Anat. 456 $^{\underline{\text{nc}}}$ -1 Vogel, Jul.,

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

BEITRAEGE

ZUR KENNTNISS

DER SAEFTE UND EXCRETE

DES

MENSCHLICHEN KOERPERS

IM GESUNDEN UND KRANKEN ZUSTANDE

VON

DR. JULIUS VOGEL.

ERSTER BAND.

LEIPZIG,
LEOPOLD VOSS.
1841.

186. D.

ANLEITUNG

ZUM

GEBRAUCH DES MIKROSKOPES

ZUR

ZOOCHEMISCHEN ANALYSE

UND ZUR

MIKROSKOPISCH-CHEMISCHEN UNTERSUCHUNG

UEBERHAUPT

VON

DR. JULIUS VOGEL.

MIT DREI STEINDRUCKTAFELN.

LEIPZIG,

LEOPOLD VOSS.

1841.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorwort.

Die praktische Medicin hat sich in neuerer Zeit manche früher unbeachtete Hilfsquellen eröffnet und dadurch in der Erkenntniss der bei Krankheiten stattfindenden Vorgänge sowohl, als in der Sicherheit der Diagnose bedeutende Fortschritte gemacht. Zwei wichtige Fundgruben dagegen, die, mit den übrigen verglichen, vielleicht die allerreichste Ausbeute versprechen, hat sie bis jetzt noch lange nicht in dem Maasse benutzt, als sie es verdienen: ich meine die mikroskopische Untersuchung und die zoochemische Analyse. Während die Physiologen aus den beiden genannten Quellen reichlich geschöpft und zum Theil dadurch ihre Wissenschaft auf eine sehr erfreuliche Weise umgestaltet, ihr eine positive Grundlage gegeben haben, achteten die Aerzte nur wenig darauf und gaben sich noch weniger die Mühe, durch eigene Untersuchungen dieses Gebiet zu erweitern. Fast Alles, was in dieser Art auf dem Felde der Pathologie geleistet wurde, ging von Physiologen oder Chemikern aus, die (wie Gluge, Henle, Joh. Müller, Fr. Simon, Valentin u. A.) ihre Musestunden zu Ausflügen auf dieses Gebiet verwandten. Unter den Aerzten selbst haben nur sehr wenige (Ascherson, Böhm, Pappenheim, G. Simon etc.) sich auf diesem Gebiete versucht: und doch können gerade sie durch consequente Anwendung der chemischen und mikroskopischen Untersuchung am Krankenbette und in den Leichensälen der Pathologie verhältnissmässig viel mehr Nutzen bringen als Physiologen und Chemiker; welche ohne die Kenntniss des speciellen Krankheitsfalles, ohne mit der gestellten Diagnose

und der eingeschlagenen Therapie bekannt zu sein, das entleerte Excret oder das pathologische Product einer Untersuchung unterwerfen. Diese Ueberzeugung hat mich hauptsächlich zur Herausgabe des Werkes, von dem hier der erste Band vorliegt, veranlasst. Es erfordert viel Zeit und Mühe, um sich so weit mit der mikroskopischen und zoochemischen Untersuchung vertraut zu machen, dass die erhaltenen Resultate für die Wissenschaft brauchbar sind: es fordert überdies manches Opfer, wenn der praktische Arzt oder auch nur der klinische Lehrer einen Theil seiner wenigen Musestunden darauf verwenden will. Daher ist wohl keinem Arzte zu verdenken, dass er nicht durch theoretische Anpreisungen der mikroskopischen und chemischen Untersuchung zu solchen Arbeiten veranlasst wird, dass er sich vielmehr erst dann dazu entschliesst, wenn er durch Erfahrung sich überzeugt, dass sie einen wirklichen Nutzen für seine Wissenschaften haben. So sehr ich selbst das Lückenhafte meiner Arbeiten fühle — denn es gehören viele Jahre und die vereinten Kräfte von hundert Beobachtern dazu, ein so grosses Feld einigermaassen zu bearbeiten —, so sind doch die bereits gewonnenen Resultate, welche die folgenden Bände enthalten werden, wohl von der Art, dass sie manchem Arzte Lust und Muth geben möchten, auf diesem Gebiete fortzufahren. Dieser Wunsch, Andere anzuregen und zu ähnlichen Untersuchungen aufzumuntern, wird es entschuldigen, dass ich die Ergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen schon jetzt in dieser unvollkommenen, lückenhaften Gestalt dem Publicum übergebe; dazu kommt noch, dass meine äusseren Verhältnisse mir nicht gestatten, diese Arbeiten noch Jahre lang in der bisherigen Ausdehnung fortzusetzen.

Es ist vielleicht nöthig, über die Entstehung des vorliegenden Werkes und meine Befähigung zu einer solchen Arbeit eine kurze Rechenschaft abzulegen.

Neigung und die Ueberzeugung, dass auf diesem Wege der praktischen Medicin viele Vortheile erwachsen müssten, veranlassten mich schon vor geraumer Zeit zu mikroskopischen und zoochemischen Untersuchungen: mein verehrter Freund, Herr

Professor Rud. Wagner, damals in Erlangen, war mir Führer und Rathgeber im Felde der mikroskopischen, Herr Professor Justus Liebig in Giessen in dem der zoochemischen Analyse: beiden verehrten Männern werde ich mich für die wissenschaftliche Anregung, die mir im Umgang mit ihnen zu Theil wurde und für ihre rege Theilnahme an meinen Bestrebungen für immer verpflichtet fühlen. — Seit Anfang des Jahres 1837 war ich fast beständig mit mikroskopischen und zoochemischen Arbeiten beschäftigt und habe während dieser 4 Jahre eine grosse Menge von Untersuchungen, hauptsächlich pathologischer Objecte an den Spitälern von Erlangen, Paris, namentlich aber im hiesigen allgemeinen Krankenhause angestellt. Die Resultate dieser Arbeiten denke ich in diesem Werke dem Publicum vorzulegen.

Ein Theil dieser Untersuchungen, der die festen Theile des menschlichen Körpers, und die Untersuchungen am Leichname in sich begreift, wird an einem anderen Orte, in der pathologischen Anatomie, welche einen Theil der in demselben Verlage erscheinenden neuen Ausgabe von Sömmerring's „Bau des menschlichen Körpers" bildet, mitgetheilt werden. Da aber in dieser Disciplin die verschiedenen Flüssigkeiten und Excreta des menschlichen Körpers nur eine untergeordnete Stelle finden können, aber die Kenntniss ihrer pathologischen Veränderungen gerade für den praktischen Arzt am wichtigsten ist, und die genaue Untersuchung derselben noch beim Leben des Kranken angestellt, nicht selten für Diagnose und Therapie wichtige Anhaltspuncte gewähren kann, so entschloss ich mich, die hierüber gesammelten ziemlich zahlreichen Beobachtungen abgesondert herauszugeben.

Mein Zweck war dabei ein doppelter; ich wollte nicht blos meine eigenen Beobachtungen mittheilen, sondern auch dem Arzte die Mittel und Methoden angeben, wie solche Untersuchungen in jedem einzelnen Falle angestellt werden müssen. Da aber bei den wenigsten Aerzten eine hinreichende Fertigkeit in der Anstellung mikroskopischer und chemischer Untersuchungen vorausgesetzt werden kann, so erschien mir ausser der speciellen Anleitung für

jeden einzelnen Fall auch noch eine allgemeine Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung und zoochemischen Analyse nothwendig. Eine solche Anleitung fehlte in Deutschland überhaupt* und ich entschloss mich daher, den Aufforderungen einiger Freunde folgend, den ersten Band eigens dazu zu bestimmen und die Anleitung zur zoochemischen, mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung etwas vollständiger abzufassen, als es das Verständniss und der Gebrauch der folgenden Bände vielleicht erfordert, damit auch Nichtärzte, namentlich Physiologen, Naturforscher und überhaupt Alle, welche aus Neigung oder Beruf sich für mikroskopische, zoochemische und mikrochemische Untersuchungen überhaupt vorbereiten wollen, eine Anleitung dazu fänden.

Was den Plan und die Einrichtung des ganzen Werkes betrifft, so wird es ausser diesem ersten Bande noch drei von ungefähr gleicher Stärke enthalten. Sie sind für den Physiologen, hauptsächlich aber für den Pathologen und Arzt bestimmt und begreifen die physiologischen und pathologischen Verhältnisse folgender Flüssigkeiten, nebst den Methoden ihrer Untersuchung: die Excreta des Darmcanales und seiner Adnexa: Speichel, ausgebrochene Materien, Galle, Koth — die Excreta des respiratorischen Systems: Auswurf, — die des uropoetischen und Genitaliensystemes: Urin, Harnsteine, verschiedene Ausflüsse aus den Genitalien — Excreta specieller Drüsen: Thränen, Milch, Schweiss etc. — dann die Flüssigkeiten des menschlichen Körpers: Chylus, Lymphe, Blut. — Diese folgenden Bände, von denen jeder wie dieser erste Band für sich ein abgeschlossenes Ganzes bildet, sollen sogleich nach Vollendung der pathologischen Anatomie in so

* Moser's Anleitung zum Gebrauche des Mikroskops und Franz Simon's Handbuch der analytischen Chemie etc. waren beide noch nicht erschienen, als ich die Bearbeitung des vorliegenden Bandes begann; ihr Erscheinen konnte mich nicht veranlassen, meinen ursprünglichen Plan aufzugeben, da meiner Ueberzeugung nach die innige Verbindung der mikroskopischen mit der zoochemischen Analyse bei pathologischen und physiologischen Untersuchungen die Hauptsache bildet und diese Art der Untersuchung in den beiden genannten Werken kaum angedeutet ist.

schneller Aufeinanderfolge erscheinen, als die Zusammenstellung und Verarbeitung des reichen gesammelten Materials es erlaubt.

Der vorliegende erste Band enthält eine Anleitung zur mikroskopischen, zoochemischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung überhaupt. Er ist, wie bereits erwähnt, nicht allein für Aerzte, sondern überhaupt für Alle bestimmt, welche sich für dergleichen Untersuchungen vorbereiten wollen. Ich stellte mir bei Ausarbeitung desselben die Aufgabe, die nöthige Vollständigkeit und Deutlichkeit mit Kürze zu vereinigen. Bei der Schwierigkeit, die es immer hat, mit Worten eine Anleitung zu praktischen Handgriffen zu geben, ist die Hauptanforderung, gewissermaassen die einzige, die man an ein solches Werk billigerweise machen kann, dass es praktisch brauchbar sei. Ich habe keine Mühe gescheut, die scheinbar unbedeutendsten Dinge, die aber praktisch von grosser Wichtigkeit sind, so deutlich als möglich auseinander zu setzen, hielt es aber für überflüssig, das Werk mit einem grossen Aufwand von Literatur und Citaten herauszuputzen, da in praktischen Dingen wenig daran liegt zu wissen, wer etwas zuerst vorgeschlagen oder ausgeführt hat, dagegen alles davon abhängt, wie es gemacht wird; nur wo ich nicht ausführlicher sein konnte oder wollte, wurde der Leser bisweilen auf andere Schriften verwiesen.

Bei der Anleitung zur mikroskopischen Untersuchung glaube ich Nichts übergangen zu haben, was dem Anfänger nöthig und nützlich ist zu wissen: ich selbst bin seit Jahren mit dem Gebrauche des Mikroskops vertraut, habe auf Reisen in Deutschland und Frankreich die meisten Arten dieser Instrumente durch eigene Anschauung kennen gelernt, viele derselben durch eigenen Gebrauch geprüft und war öfters genöthigt, Freunden und Bekannten theoretische und praktische Anweisungen zum Gebrauche dieses Instrumentes geben zu müssen. Ueber die meisten Puncte konnte ich also aus eigener Erfahrung sprechen; nur wo mir diese fehlte, habe ich die besten Werke über diesen Gegenstand und manche mündliche und schriftliche Mittheilungen von Männern vom Fache benutzt. Alles zu geben ist unmöglich, ja nicht einmal nützlich:

manches Unbedeutendere, z. B. von Geräthschaften, von Untersuchungsmethoden, habe ich absichtlich weggelassen, um den Anfänger nicht zu verwirren. Die optische Einleitung hielt ich für nöthig, weil durch sie der Gebrauch vieler Theile des Mikroskops erst klar wird: ich habe sie mit vieler Mühe selbst entwickelt, da die meisten Lehrbücher der Optik diesen Gegenstand entweder zu ausführlich, oder zu kurz, überhaupt nicht praktisch genug abhandeln. Dass dem zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope, als dem am häufigsten gebrauchten Instrument, auch die ausführlichste Besprechung gewidmet wurde, wird man natürlich finden. Die vergleichende Tabelle der verschiedenen bei mikroskopischen Messungen gebräuchlichen Maasse, dann die Angaben über die aus verschiedenen Werkstätten hervorgehenden Mikroskope, ihre Einrichtung, Preise etc. wird wohl Manchem erwünscht sein: ebenso schien mir eine kurze Geschichte der Mikroskope den passendsten Schluss der ersten Abtheilung zu bilden.

Die Abfassung der Anweisung zur zoochemischen Analyse war bei weitem schwieriger. Nur der mit solchen Untersuchungen Vertraute kann das Missliche eines solchen Unternehmens einigermaassen beurtheilen. Meine Absicht war, die zoochemische Analyse in der Art zu bearbeiten, wie es bisher nur mit der Analyse unorganischer Körper der Fall war; es handelte sich hier nicht darum Vieles, sondern Sicheres zu geben. Ich habe mich deshalb auf fremde Angaben weniger verlassen, es vielmehr für nöthig gehalten, alle beschriebenen Stoffe, so weit sie mir zugänglich waren, selbst darzustellen und ihre Reactionen zu prüfen. Meinem lieben Freunde Dr. Merklein, der mich bei diesen mühsamen und zeitraubenden Untersuchungen vielfach unterstützte, bin ich für diese Beihülfe vielen Dank schuldig. — Nur da, wo mir eigene Beobachtungen fehlten, oder wo die meinigen mit den Angaben anderer Beobachter im Widerspruche stehen, hielt ich es für nöthig, auch letztere anzuführen. Ich fühle sehr wohl, dass diese Abtheilung des vorliegenden Werkes ungeachtet vieler darauf verwandten Zeit und Mühe noch sehr lückenhaft, vielleicht selbst stellenweise unrichtig ist, und werde mich vollkommen befriedigt

fühlen, wenn es mir gelungen sein sollte, Anderen, die nach mir kommen, vorgearbeitet und einiges dazu beigetragen zu haben, den Weg, der auf dieses Gebiet führt, zu ebenen. Der Mangel eines Laboratoriums und aller zu ausgedehnteren chemischen Untersuchungen nöthigen Geräthschaften beschränkte mich oft auf eine sehr fühlbare Weise. Durch die Untersuchungen über die Krystallisation der Fette und Fettsäuren, dann durch die Verbindung der mikroskopischen Untersuchung mit der chemischen hoffe ich auch den eigentlichen Chemikern manches Neue geboten und einen noch wenig betretenen Weg eröffnet zu haben, der in der organischen Chemie, d. h. bei der chemischen Untersuchung organisirter Körper, wie ich fest überzeugt bin, allein zum Ziele führt.

Die dritte Abtheilung soll den Anfänger in den Stand setzen, das in den beiden ersten Abtheilungen Erlernte praktisch anzuwenden und sich durch Nachuntersuchung der gegebenen Beispiele, meist leicht zu habende Gegenstände, in den mehr erwähnten Untersuchungen praktisch einzuüben. Sie setzt ihn hoffentlich in den Stand, zu selbstständigen Arbeiten überzugehen. Die gewählten Beispiele enthalten vielleicht in histologischer Beziehung manches Neue, dem Anatomen, Physiologen und Pathologen Interessante; da aber hier die Uebung des Anfängers der Hauptgesichtspunct war, so habe ich mich überall an die reine Beobachtung der Hauptmomente gehalten und alle histologischen Controversen und dergl. strenge vermieden. Dass die mikroskopische Untersuchung von unorganischen Gegenständen und Pflanzen nicht mehr berücksichtigt wurde, hat seinen Grund theils in dem Wunsche, das Volumen des Werkes nicht allzusehr zu vermehren, theils in meiner Ueberzeugung, dass ein in zootomischen Untersuchungen Geübter bei Beobachtungen anderer Gegenstände und selbstständigen Untersuchungen derselben, sobald er einmal die einschlägige Literatur kennt, wenig Schwierigkeiten finden wird.

Schliesslich halte ich es für nöthig, das verspätete Erscheinen dieses schon längst angekündigten Bandes zu entschuldigen. Der grösste Theil des Manuscriptes war schon vor Jahresfrist zum

Druck bereit. Der Wunsch, in der zoochemischen Abtheilung so viel als möglich Sicheres zu geben, veranlasste mich, noch mehrere Monate lang ausschliesslich auf die Untersuchung der zoochemischen Grundstoffe zu verwenden und die ganze zweite Abtheilung nochmals umzuarbeiten; dies war der Grund der Verzögerung. In der gegenwärtigen schnellschreibenden Zeit wird die Befolgung der etwas gemilderten alten Sentenz „*nonum prematur in mensem*“ dem Schriftsteller wohl kaum als Fehler angerechnet werden.

Möge dieses Buch in seiner unvollkommenen, lückenhaften Gestalt nachsichtige Beurtheiler finden, die mehr darauf Rücksicht nehmen, wie viel Zeit und Mühe es dem Verfasser gekostet hat, auf einem neuen und so wenig bekannten Gebiete einen Pfad zu suchen, als auf den wahren, aber strengen Grundsatz, dass ein Werk, welches, wie das vorliegende, die Tendenz eines Lehrbuches hat, ohne Fehler und Lücken sein soll!

München, im Februar 1841.

Julius Vogel.

Inhaltsverzeichniss.

Seite

Vorrede. v

Inhaltsverzeichniss.

Erste Abtheilung.

Von den Mikroskopen, ihrer Einrichtung und ihrem Gebrauch. 1

Einleitung. 3

Begriff der Mikroskope. Mikrographie und Mikrographen.

Theorie der Mikroskope.

§. 1. Scheinbare Grösse der Gegenstände. Gesichtswinkel. 6

§. 2. Sehweite. 7

§. 3. Folgerungen aus dem Vorhergehenden. 8

Wirkung convexer Linsen. Theorie der einfachen Mikroskope.

§. 4. Sphärische Aberration. Chromatische Abweichung. 9

§. 5—6. Wirkung conv. Linsen als Vergrösserungsgläser. 12-13

§. 7. Vergrösserung durch convexe Linsen. 15

§. 8. Gesichtsfeld. 16

§. 9. Helligkeit oder Lichtstärke. 17

§. 10. Glaskugeln als Vergrösserungsgläser. 19

§. 11. Nachtheile der Vergrösserungsgläser. 20

§. 12. Achromatische Linsen. Zusammengesetzte Linsen Linsensysteme). Aplanatische Linsensysteme. Dialytische Linsen. 21

Theorie der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope.

§. 13. Allgemeine Grundsätze. Theorie der Sonnen-, Gas- und Lampenmikroskope. 23

§. 14. Theorie der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope mit einfachem Ocular. 26

§. 15. Theorie der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope mit Doppelocular. 28

§. 16. Nothwendige Einrichtung eines zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes. 29

*

Seite

Theorie der Spiegelmikroskope.

§. 17. Allgemeine Grundsätze. 30

§. 18. Theorie der einfachen und zusammengesetzten Spiegelmikroskope. 31

Erster Abschnitt.

Von den verschiedenen Arten der Mikroskope und ihrer Einrichtung. 33

Erstes Capitel.

Vom zusammengesetzten dioptrischen Mikroskop. 33

I. Gestell des Mikroskopes.

Fuss des Mikroskopes. Die übrigen Theile des Gestelles. Horizontale Mikroskope. Verticale Mikroskope. Mikroskope, die beide Stellungen zulassen. 35

II. Körper des Mikroskopes.

Objecttivlinsen. Linsensysteme. Oberhaeuser's Linsensysteme für opake Gegenstände. — Oculare. Gewöhnliche Oculare. Aplanatische Oculare. Gebrochene Oculare mit Glasprisma. Aufrichtendes Prisma. — Rohr des Körpers. Rohre, die sich ausziehen lassen. Im Winkel gebogene Rohre mit Glasprisma. Schirm, um fremdes Licht abzuhalten. — Verbindung des Körpers mit dem Gestell. Verschiedene Einrichtung desselben bei verschiedenen Mikroskopen. 38

III. Objecttisch.

Einrichtung desselben bei verschiedenen Mikroskopen. Blendung. Bewegung des Mikroskopes und ihre verschiedene Einrichtung. 47

IV. Beleuchtungsapparat.

1. Beleuchtungsapparat für durchsichtige Gegenstände.

Spiegel. Hohlspiegel. Planspiegel. Spiegel, dessen Fläche mit Gyps überzogen. — Sammellinse. Prisma von Selligue. Linsen unter dem Objecttisch. Lichtverstärkungsapparat von Dujardin. Blendungen. Schirm, um fremdes Licht abzuhalten. 51

2. Beleuchtungsapparat für opake Gegenstände.

Linsen. Lieberkühn'sche Spiegelchen. 54

V. Zubehör des Mikroskopes.

1. Geräthschaften, um die Objecte aufzunehmen, zu befestigen und bequem handzuhaben.

Objectgläser. Fehler der französischen Objectglässer. Glasplatten. Platten von schwarzem Glase, von Ebenholz. Ob-

Seite

jectträger mit aufgekittetem Glasring. Bedeckungsplättchen. Thierbüchse. Büchsen für Wasserthiere. Pincetten-Nadelapparat. Dunkle Büchse. Korkplatten. Wachsplatten. Halter des Objectträgers. Beweglicher Objecttisch und beweglicher Objectträger. Mikroskopischer Roller. Mikrotomischer Quetscher. Compressorium von Schiek. Compressorium von Purkinje. Anwendung des Quetschers überhaupt. 57

2. Vorrichtungen zu gewissen Untersuchungen, welche von den gewöhnlichen abweichen und eigene Veranstaltungen fordern.

Stiefel. Stiefel mit seitlicher Oeffnung. Universalmikroskop von Chevalier. Pyrochemischer Apparat. Elektrochemischer Apparat. Polarisationsaparat. Apparat zur Beobachtung des Kreislaufs etc. an lebenden Thieren. 66

3. Instrumente zum Nachzeichnen mikroskopischer Objecte.

Allgemeine Grundsätze. Doppeltsehen. — Sömmerring'sches Spiegelchen. Prisma mit parallelen Flächen. *Camera lucida* von Wollaston. Durchbohrtes Spiegelchen. Vergleichung und Gebrauch dieser verschiedenen Instrumente. 70

4. Instrumente zum Messen der Objecte und zur Bestimmung der Vergrösserung eines Mikroskopes.

Mikrometer. Einfache Glasmikrometer. Vortheile und Nachtheile derselben. Spitzenmikrometer. Glasmikrometer im Ocular. Ihre Vortheile, ihr Gebrauch. Schraubenmikrometer. — Andere Methoden, die Grösse mikroskopischer Objecte zu messen. — Bestimmung der Grösse des Gesichtsfeldes. — Verschiedene bei Angabe der Grösse mikroskopischer Objecte gebräuchliche Maasse. Tabelle zur Vergleichung der Angaben in Theilen eines Pariser Zolles, mit denen in Decimalbrüchen und gewöhnlichen Brüchen einer Pariser Linie oder eines Millimeters. — Goniometer. Bestimmung der Vergrösserung eines Mikroskopes. Verschiedene Methoden derselben. Linearvergrösserung. Vergrösserung der Fläche. 75

5. Geräthschaften, um die Objecte zur mikroskopischen Untersuchung gehörig vorzubereiten.

Haarpinsel. Glasstäbe. Nadeln. Messerchen. Scheeren. Blattmesser. Doppelmesser. 94

VI. Gehäuse oder Kasten des Mikroskopes. 97

**

Seite

Anleitung zum Gebrauche des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes.

Zimmer für mikroskopische Untersuchungen. Tisch und seine Einrichtung. — Aufstellung des Mikroskopes, Beleuchtung. Tageslicht. Lampen- und Kerzenlicht. Sonnenlicht. Beleuchtung durchsichtiger Gegenstände. Beleuchtung undurchsichtiger Gegenstände. Weiteres Verfahren bei der Beobachtung. Vorsichtsmaassregeln. Nachzeichnen mikroskopischer Gegenstände. Erhaltung und Reinigung des Mikroskopes. 98

Ursachen einer möglichen Täuschung beim Gebrauche des zusammengesetzten Mikroskopes.

Arten der Täuschung. 1. Täuschungen, welche von der Individualität des Beobachters oder Instrumentes herrühren. Verunreinigungen der Gläser. *Mouches volantes.* 2. Täuschungen, die ihren Grund in der Natur des Lichtes haben. Beugung des Lichtes. Diffraction. Irisation. 3. Täuschungen, die von der Natur des untersuchten Gegenstandes herrühren. 112

Von der Wahl eines Mikroskopes.

Erfordernisse eines guten Mikroskopes, Klarheit und Schärfe des Bildes. Vergrösserung. Grösse des Gesichtsfeldes. Objecttisch. Bewegung. Stellung des Mikroskopes. Beleuchtung. Beschreibung der am meisten verbreiteten Mikroskope nebst Angabe der Preise. 1. Mikroskope von Schiek in Berlin. 2. M. von Pistor in Berlin. 3. M. von Hirschmann sen. in Berlin. 4. M. von Merz in München. 5. M. von Plössl in Wien. 6. M. von Oberhaeuser in Paris. 7. M. von Lerebours in Paris. 8. M. von Chevalier in Paris. 9. M. von Pritchard in London. 10. M. von Amici in Modena. 119

Zweites Capitel.

Vom zusammengesetzten katoptrischen Mikroskop.

Theorie desselben. Katoptrisches Mikroskop von Amici und Dr. Goring. Vergleichung mit dem dioptrischen Mikroskop. 143

Drittes Capitel.

Vom Sonnen- und Gas-Mikroskop.

Theorie dieser Instrumente. Das Sonnenmikroskop, seine Einrichtung und sein Gebrauch. Vergleichung des Sonnenmikroskopes mit dem dioptrischen Mikroskop. Lampenmikroskop. Hydro-Oxygengas Mikroskop. 144

Viertes Capitel.

Von den Loupen und dem einfachen Mikroskop.

Biconvexe und planconvexe Glaslinsen. Glaskügelchen. Ver-

Seite

schiedene Methoden, sie selbst zu verfertigen. Rinnenförmige Loupen. Cylinderloupen. Diamantlinsen und Edelsteinlinsen überhaupt. Zusammengesetzte Loupen. Doppelloupen (Doublets). Doublet von Wallaston. Chevalier's Doublet. Einfaches Mikroskop (M. von Raspail). Einrichtung und Gebrauch desselben. Vergleichung desselben mit dem zusammengesetzten dioptrischen Mikroskop. Chevalier's Doublet zur Untersuchung kranker Augen. 151

Zweiter Abschnitt.

Kurze Geschichte der Mikroskope. Schluss der ersten Abtheilung. 160

Zweite Abtheilung.

Anleitung zur chemischen Untersuchung mit vorzüglicher Rücksicht auf thierische Stoffe. 167

Einleitung.

Darstellung der in dieser Abtheilung zu lösenden Aufgabe. Verschiedene Arten der chemischen Untersuchung. Qualitative Analyse. — Quantitative Analyse. — Elementaranalyse. — Analyse der Radicale. — Organische Analyse im engern Sinne. — Verbindung der chemischen mit der mikroskopischen Untersuchung. 169

Erster Abschnitt.

Anweisung zur Ausführung der gewöhnlichsten chemischen Operationen.

Allgemeine Regeln. 179

§. 1. Auflösen und Extrahiren. 181

§. 2. Ausgiessen. Filtriren. Auswaschen. 184

§. 3. Trocknen. Abdampfen. Destilliren. Kochen. 188

§. 4. Einäschern. 193

§. 5. Gewichtsbestimmung. Wägen.
Wagen. Gewichte. Vergleichung verschiedener Gewichte. Art zu wägen. Einfache und doppelte Wägung. Tariren. 195

§. 6. Bestimmung des specifischen Gewichtes.
Bestimmung des spec. Gewichtes von Flüssigkeiten; a. mittelst des Araeometers; b. durch die Wage. Bestimmung des spec. Gew. fester Körper. 201

§. 7. Chemische Reaction.
Reagenspapier. — Bestimmung des Grades der Säure oder Alkalescenz. 207

§. 8. Anwendung des Löthrohrs. 210

Seite

Zweiter Abschnitt.

Angabe der wichtigsten Geräthschaften zu zoochemischen Untersuchungen, ihres Gebrauches und ihrer Anschaffung. 213

Dritter Abschnitt.

Die wichtigsten bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Grundstoffe und die zu ihrer Auffindung nöthigen Reagentien. 222

I. Die bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Grundstoffe.

A. Organische Grundstoffe. 224

Erste Gruppe.

Eiweissartige Stoffe (Proteinverbindungen). 224

1. Faserstoff, Fibrin.

a. Flüssiger, aufgelöster Faserstoff.

Vorkommen. — Chemisches und physikalisches Verhalten. — Bestimmung bei der qualitativen und quantitativen Analyse. 226

b. geronnener Faserstoff.

Vorkommen. — Physikalisches Verhalten. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei qualitativen und quantitativen Analysen. 227

2. Eiweiss, Albumin.

a. Flüssiges Eiweiss.

Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei qualitat. und quantitativen Analysen. 229

b. Geronnenes Eiweiss.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. — Chemisches Verhalten. — Qualitative und quantitative Bestimmung bei der Analyse. 235

3. Käsestoff, *Casein*.

a. Flüssiger Käsestoff.

Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Qualitative und quantitative Bestimmung bei Analysen. 238

b. Geronnener Käsestoff.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung für die Analyse. 244

Allgemeine Bemerkungen über verschiedene Modificationen der genannten Proteinverbindungen. 245

Anhang zu den Proteinverbindungen. Seite

4. Hornsubstanz, Hornstoff.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 247

5. Chitin. 249

6. Pepsin, Verdauungsstoff.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 249

Zweite Gruppe.

Leimarten.

Allgemeine Bemerkungen. — Bestimmung bei qualitativen und quantitativen Analysen. 253

7. Gewöhnlicher Leim, *Gluten*, *Gelatine*, *Colla*.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 257

8. Knorpelleim, *Chondrin*.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 260

9. Leim des elastischen Gewebes.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der qualitativen und quantitativen Analyse. 264

Dritte Gruppe.

Extractartige thierische Materien.

Allgemeine Bemerkungen. — Bestimmung bei der Analyse. 268

a. Wasserextract des Muskelfleisches.

Chemisches Verhalten. — 271

10. Speichelstoff, Ptyalin (von Berzelius.)

Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 274

b. Alkoholextract des Muskelfleisches.

Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bemerkungen. 274

Anhang zu den extractartigen Materien.

11. Eiterstoff, *Pyin*.

Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 276

12. Schleim, *Mucus*.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der qualitativen und quantitativen Analyse. 278

Seite

Vierte Gruppe.

Thierische Fette und Oele.

Allgemeine Eigenschaften. — Bestimmung bei qualitativen und quantitativen Analysen. 281

A. Phosphorfreie Fette. 285

13. Oelfett, Elain, Olein.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 285

14. Margarin.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Erkennung an der Krystallform unter dem Mikroskop. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 288

15. Serolin.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 291

16. Stearin, Talgfett.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 292

17. Butyrin, Butterfett.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 292

18. Cholestearin, Cholesterin, Gallenfett.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Krystallform. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 293

B. Phosphorhaltige Fette.

Allgemeine Bemerkungen. 295

a. Hirnelain, flüssiges Gehirnfett.

Eigenschaften. — Bestimmung bei der Analyse. 296

b. Hirnstearin, festes Gehirnfett.

Eigenschaften. — Bestimmung bei der Analyse. 296

Anhang zu den eigentlichen Fetten.

Fettsäuren.

Allgemeine Eigenschaften. — Bestimmung bei der Analyse. 297

a. Fixe Fettsäuren. 298

19. Oelsäure, Elainsäure.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 299

Seite

20. Margarinsäure.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Krystallform. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 299

21. Stearinsäure, Talgsäure.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften und Krystallform. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 300

b. Flüchtige Fettsäure.

22. Buttersäure.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 302

Fünfte Gruppe.

Thierische Farbestoffe.

Allgemeine Eigenschaften. 303

23. Rother Farbestoff des Blutes, Hämatosin, Hämatin.

Erkennung des Blutfarbestoffes und des Blutes überhaupt bei Analysen. 304

24. Farbestoff der Galle, Gallenbraun.

Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Erkennung bei Analysen. — Ueber Galle überhaupt. 306

25. Rother Farbestoff des Urines.

Vorkommen. — Physikalische und chemische Eigenschaften. — Bestimmung bei der Analyse. 308

26. Schwarzer Farbestoff, schwarzes Pigment.

Vorkommen. — Physikalische und mikroskopische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 308

Sechste Gruppe.

Süsse thierische Stoffe (Zuckerarten).

Allgmeine Eigenschaften. 309

27. Gewöhnlicher Zucker, Rohrzucker.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 310

28. Harnzucker.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 312

29. Milchzucker.

Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 313

Seite

Siebente Gruppe.

Nicht süsse krystallisirbare thierische Stoffe.

Allgemeine Bemerkungen. 315

30. Harnstoff.
Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 315

31. Cystin, Blasenoxyd.
Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 320

32. Harnoxyd, harnige Säure, Xanthicoxyd.
Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 321

33. Allantoin.
Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 322

Achte Gruppe.

Thierische Säuren.

A. Flüchtige thierische Säuren.
Allgemeine Eigenschaften. 323

34. Essigsäure.
Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 324

B. Nicht flüchtige Säuren.

35. Milchsäure.
Vorkommen. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 326

36. Harnsäure.
Vorkommen. — Physikalische Eigenschaften. — Chemisches Verhalten. — Bestimmung bei der Analyse. 328

B. Bei zoochemischen Analysen vorkommende unorganische Stoffe.
Allgemeine Bemerkungen. 329

I. Säuren.

1. Kohlensäure.
a. Freie Kohlensäure. 331
b. Kohlensaure Salze. 331
2. Schwefelsäure und schwefelsaure Salze. 332
3. Salzsäure, Chlor und Chlorverbindungen. 333
4. Salpetersäure und ihre Salze. 334

Seite

5. Phosphorsäure und ihre Salze. 335
6. Fluorwasserstoffsäure und Fluormetalle. 336

II. Alkalien.

7. Ammoniak und seine Salze. 337
8. Kali und seine Salze. 338
9. Natron und seine Salze. 339
10. Kalk und seine Salze. 340
11. Magnesia und ihre Salze. 341
12. Kieselerde. 342
13. Eisen.
Eisenoxydul. — Eisenoxyd. 343

III. Bestimmung der bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Gase.

Allgemeine Vorbemerkungen. 344
1. Kohlensäure. 345
2. Wasserstoffgas. 347
3. Sauerstoffgas. 349
4. Stickstoffgas. 351

II. Die wichtigsten für zoochemische Untersuchungen nothwendigen Reagentien.

Allgemeine Vorbemerkungen. 351

a. Indifferente Stoffe.

1. Wasser. 352
2. Alkohol. 354
3. Aether. 355
4. Jodlösung. 355
5. Galläpfelaufguss. 356

b. Säuren.

6. Schwefelsäure. 357
7. Salzsäure. 357
8. Salpetersäure. 358
9. Phosphorsäure. 358
10. Essigsäure. 359
11. Oxalsäure. 359
12. Weinsteinsäure. 360

c. Alkalien.

13. Kali. 360
14. Ammoniak. 361
15. Kaustischer Kalk. 361

d. Salze.

Seite
16. Chlorbaryum. 361
17. Salpetersaures Silberoxyd. 361
18. Platinchlorid. 362
19. Neutrales essigsaures Bleioxyd. 362
20. Basisch-essigsaures Bleioxyd. 363
21. Kaliumeisencyanür. 363
22. Kaliumeisencyanid. 363
23. Eisenchlorid. 364
24. Schwefelsaures Eisenoxydul. 364
25. Schwefelsaures Kupferoxyd. 364
26. Alaun. 364
27. Quecksilberchlorid. 365
28. Salpetersaurer Quecksilberoxydul. 365
29. Zinnchlorür. 365
30. Einfach chromsaures Kali. 366

Vierter Abschnitt.

Darstellung der Methoden, welche man bei zoochemischen Untersuchungen zu befolgen hat.

Allgemeine Bemerkungen. 367

1. Analysen thierischer Flüssigkeiten.

Reine Flüssigkeiten. — Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen. — Schleimhaltige Flüssigkeiten. — Specielle Bemerkungen. Untersuchung von Urin. Analysen von Blut. 368

2. Analysen fester thierischer Substanzen.

Allgemeines Verfahren. — Untersuchung von Knochen und Verknöcherungen. 374

3. Analysen organisirter thierischer Theile.

Vorbemerkungen. — Verfahren im Allgemeinen. — Wichtigkeit der mikroskopischen Untersuchung für solche Fälle. — Specielle Bemerkungen. — Untersuchungen von Fettzellgewebe. 375

Fünfter Abschnitt.

Anleitung zur mikrochemischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung.

Allgemeine Vorbemerkungen. 380

1. Mikrochemische Untersuchungen von Flüssigkeiten.

Zweierlei Methoden, die man anwenden kann. — Anwendung der ersten Methode. — Krystallisation und Krystallform überhaupt. — Uebersicht über die Krystallsysteme. — Krystallform verschiedener Salze als Beispiele zur Uebung. —

Seite

Zweite Methode: Untersuchung durch Reagentien. Allgemeine Angabe der Methode. — Verschiedene Handgriffe. 381

2. Mikrochemische Untersuchung fester Theile.

Ihre Anwendung und Wichtigkeit. — Angabe der Methode. — Handgriffe nnd Apparate. — Untersuchung von Fettzellgewebe als Beispiel. 389

Dritte Abtheilung.

Praktische Anleitung zur mikroskopisch-chemischen Untersuchung mit Beispielen. 393

Einleitung.

Allgemeine Bemerkungen. 395

Gegenstände, welche bei mikroskopischen Untersuchungen zu Täuschungen Anlass geben können.

1. Ritze, Streifen und Flecken in den Objectgläsern. — 2. Staub und andere Verunreinigungen. Leinwandfasern. Fett. — 3. Luftblasen. 397

I. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung unorganischer Gegenstände.

Untersuchung kleiner Krystalle. — Fossile Infusorien. — Gemengte Gebirgsarten. — Anzuwendende Methode. 400

Anhang.

Anwendung des Mikroskopes für technische Zwecke.

Allgemeine Bemerkungen. — Farben. — Salben. — Verfälschung von Milch u. s. w. 403

II. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung von Pflanzentheilen.

Allgemeine Regeln. 404

Beispiele.

Kreislauf bei Planzen. 406

Hefenpflanzen. 407

III. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung thierischer Theile.

Allgemeine Bemerkungen. 408

1. Untersuchung thierischer Flüssigkeiten.

a. Reine Flüssigkeiten ohne körperliche Theile. 408

Beispiele.

Mikrochemische Untersuchung der Flüssigkeit, welche die Sudamina eines Fieberkranken enthielten. 408

Untersuchung von Urin. 411

Seite

b. Thierische Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen.

Allgemeine Bemerkungen. 417

Beispiele.

Blut.

Blutkörperchen von Fröschen — von Menschen. — Beobachtung der Gerinnung des Blutes. 418

Eiter.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung desselben. 420

Auswurf.

Allgemeine Methode und Handgriffe bei der mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung desselben. — Normaler Auswurf. — Auswurf bei Bronchitis. — Auswurf in der Pneumonie. — Auswurf bei Tuberculosis 421

2. Untersuchung thierischer Concremente.

Allgemeine Angabe der Methode. 425

Beispiel.

Mikroskopische und chemische Untersuchung eines menschlichen Gallensteins. 425

3. Untersuchung organisirter thierischer Theile.

Allgemeine Bemerkungen. 427

a. Untersuchung einfacher Gewebe.

Allgemeine Regeln für die mikroskopische und mikrochemische Untersuchung derselben. — Angabe einiger speciellen Handgriffe. 427

Beispiele.

Zellgewebe.

Mikroskopische, mikrochemische und rein chemische Untersuchung desselben. 428

Fettzellgewebe.

Seine mikroskopische Untersuchung. 430

Elastisches Gewebe.

Methode der mikroskopischen und chemischen Untersuchung. 430

Muskeln.

a. Willkührlich bewegliche Muskeln.

Ihre mikroskopische und mikrochemische Untersuchung. 431

b. Nicht willkührlich bewegliche (organische) Muskeln. 433

Haare. 434

Epidermis. 434

Epithelium.

Pflasterepithelium. — Cylinderepithelium. — Flimmerepithelium. 435

Nerven.

Sensitive und motorische Nerven. — Gehirn und Sinnesnerven. 436

Seite

Knorpel. 438

Nachbemerkungen. 439

b. Untersuchung zusammengesetzter thierischer Theile.

Allgemeine Regeln und specielle Handgriffe. 440

Beispiele.

Knochen.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung ihrer einzelnen Elemente, — ihres Baues im Grossen. 441

Lungen.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung normaler Lungen. — Pathologisch veränderte Lungen. — Seröse Infiltration. — Rothe Hepatisation. — Körnchenzellen. — Graue Hepatisation. — Gangrän d. Lunge. — Schlussbemerkung. 444

Leber.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung der normalen Leber. — Untersuchung ihrer Elemente, ihres Baues im Grossen. — Untersuchung pathologisch veränderter Lebern. 448

Milz.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung ihrer Elemente, — ihres Baues im Grossen. — Pathologische Veränderungen derselben. 451

Nieren.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung ihrer Elemente, — ihres Baues im Grossen, — ihrer pathologischen Veränderungen. 453

Untersuchung pathologischer Objecte.

Allgemeine Bemerkungen. 456

Beispiele.

Tuberkeln.

Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung ihres Baues und ihrer Entwicklung. 457

Untersuchung einer Balggeschwulst.

Mikroskopische Untersuchung des Balges. — Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung ihres Inhaltes. — Quantitative chemische Untersuchung ihres Inhalts, Hand in Hand gehend mit der mikroskopischen Untersuchung. 460

4. Mikroskopische Untersuchung ganzer Thiere und solcher thierischen Theile, welche besondere Veranstaltungen erfordern.

Allgemeine Bemerkungen. 471

Seite

Beobachtung des Kreislaufs an lebenden Thieren.

An der Schwimmhaut ausgewachsener Frösche. — An den Schwänzen von Froschlarven. — An der Keimhaut des Embryo. — An Säugethieren. 471

Beobachtung der Flimmerbewegung. 475

Mikroskopische Untersuchung der Spermatozoën. 476

Aufsuchung und mikroskopische Untersuchung von Krätzmilben. 477

Beobachtung von Infusorien.

Methoden, sich dieselben zu verschaffen. — Mikroskopische Untersuchung derselben. — Dazu nöthige Handgriffe und Apparate. 479

Brüteversuche.

Beschreibung einer Brütemaschine. — Lampe dazu. — Brüteversuche. — Untersuchung des Embryo. 483

IV. Conservation und Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Verschiedene Methoden und dabei nöthige Handgriffe. — Zwischen Glasplatten. — Opake Gegenstände. — In Terpentin. — In Weingeist. — Auftrocknen. 486

Erklärung der Abbildungen. 490

Erste Abtheilung.

Von

den Mikroskopen, ihrer Einrichtung und ihrem Gebrauch.

Einleitung.

Mikroskope nennt man diejenigen optischen Werkzeuge, welche einen ihnen sehr nahe gebrachten kleinen Gegenstand dem Auge vergrössert darstellen. Der Umstand, dass das Object, welches sie vergrössert darstellen, ihnen sehr nahe gebracht werden muss, unterscheidet sie von den Teleskopen, oder denjenigen optischen Instrumenten, welche entfernte Gegenstände vergrössert zeigen. Um diesen Unterschied in der Wirkung zwischen den beiden Classen von vergrössernden optischen Werkzeugen schon im Namen auszudrücken, hat Dr. Goring in England für die Mikroskope den Namen Engyskope (von *ἐγγὺς* nahe und *σκοπέω*) vorgeschlagen. Man muss zugeben, dass diese Bezeichnung den Unterschied von den Teleskopen besser ausdrückt, als die bisher gebräuchliche; ich halte es indessen für zweckmässiger, den Namen „Mikroskop" beizubehalten, da er allgemein angenommen ist, und, wenn auch nicht den Unterchied von den Teleskopen, doch die allgemeine Wirkung der Instrumente, welche damit bezeichnet werden, sehr gut ausdrückt.

Wir haben kein deutsches Wort, welches den Begriff Mikroskop genau wiedergiebt. Am nächsten kommt die Bezeichnung Vergrösserungsgläser; aber sie ist zu enge, denn es giebt mehrere Arten der Mikroskope, welche keine Gläser enthalten.

Es giebt sehr viele Arten von Mikroskopen, von denen die meisten wieder eigene Namen erhalten haben. Einige von ihnen

sind seit langer Zeit bekannt, und ihr Gebrauch ist ein sehr allgemeiner geworden; hieher gehören die gewöhnlichen convexen Brillen, die Brenngläser, die einfachen Loupen. Diese interessiren uns hier weniger, da sie mehr zu technischen Zwecken und zur Unterstützung schwacher Augen für Verrichtungen des gewöhnlichen Lebens dienen. Die Mikroskope, welche sehr stark vergrössern, wurden später entdeckt. Sie blieben lange Zeit sehr unvollkommen, dienten daher mehr zur Belustigung, als zu wissenschaftlichen Forschungen, — und doch haben einzelne Männer mit diesen unvollkommenen Instrumenten treffliche Beobachtungen gemacht. In dem Maasse, als die Mikroskope verbessert wurden, bediente man sich ihrer auch zu wissenschaftlichen Zwecken, und gegenwärtig sind sie unentbehrliche Werkzeuge für die meisten Zweige der Naturforschung geworden. Der Botaniker, der Zoolog, der Anatom und Physiolog kann schon jetzt des Mikroskops nicht mehr entbehren, und es wird gewiss bald die Zeit kommen, wo auch der Mineralog, der Chemiker und der praktische Arzt es unter seine nothwendigen Geräthschaften rechnet.

Früher blieb die Lehre vom Mikroskop als ein Theil der Optik den Lehrbüchern dieser Wissenschaft vorbehalten: in neuerer Zeit hat man sie emancipirt und unter dem Namen der Mikrographie als eigene Wissenschaft hingestellt. Wenn man unter Mikrographie nur die Lehre von den Mikroskopen, ihrer Einrichtung, die Kunst, sie zu gebrauchen etc. versteht, so lässt sich Nichts gegen diese Bezeichnung sagen, und in diesem Sinne werde ich dieses Wort gleichfalls im Folgenden gebrauchen; — rechnet man aber zu ihr alle Resultate, welche die mikroskopische Untersuchung in den verschiedenen Zweigen des Wissens zu Tage gefördert hat, wie es in neuester Zeit, namentlich in Frankreich, Mode zu werden anfängt, so ist dies offenbar eine Usurpation, denn diese Entdeckungen bilden keine Wissenschaft für sich, sie sind integrirende Theile der Botanik, der Anatomie etc.; ebenso ist der Name „Mikrograph", mit dem man, namentlich in Frankreich, diejenigen bezeichnet,

welche sich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigen, einer wissenschaftlichen Auffassungsweise unwürdig, ja er klingt fast wie Ironie! Welcher Arzt möchte sich wohl im Ernste einen Stethoskopiker nennen? Das Mikroskop ist nur ein Werkzeug für wissenschaftliche Forschungen, wie hundert andere auch; jeder Botaniker, jeder Anatom, ja jeder Arzt, muss Mikrograph sein, wenn er gegenwärtig dem Gange der Wissenschaft folgen will. Wer sich aber ausschliesslich mit mikroskopischen Untersuchungen beschäftigt, der kann wohl Unterhaltung, ja manche Belehrung daraus schöpfen, aber er verdient eben so wenig den Namen eines Gelehrten, als die Resultate seiner Beobachtungen je eine selbstständige Wissenschaft bilden werden!

Der Gebrauch des Mikroskopes und die Anstellung mikroskopischer Untersuchungen ist nicht so leicht, als es auf den ersten Blick scheinen möchte. Der Anfänger stösst dabei auf viele Hindernisse, die theils im Gebrauche des Instrumentes selbst, theils aber, und zwar vorzüglich, in der Zubereitung der zu untersuchenden Gegenstände liegen. Eine praktische Uebung unter den Augen eines erfahrenen Lehrers ist freilich hier, wie bei allen andern praktischen Gegenständen, das beste Mittel, sie zu überwinden. Aber auch eine blos schriftliche Anweisung kann diesen Zweck, wenigstens zum Theil erreichen — und dies ist die Aufgabe, welche ich mir bei Ausarbeitung der folgenden Blätter stellte: Geduld, und der feste Vorsatz, sich nicht durch einige misslungene Versuche abschrecken zu lassen, wird das Uebrige thun.

In früheren Zeiten verfertigten sich die Meisten, welche mikroskopische Untersuchungen anstellten, ihre Instrumente selbst; sie kannten also natürlich auch ihre Einrichtung und den Nutzen eines jeden Theiles derselben auf das Genaueste. Gegenwärtig wird dies kein Gelehrter mehr thun, es ist auch nicht mehr nöthig, da man sehr vorzügliche Instrumente ziemlich billig kaufen kann. Um so nöthiger ist es aber, dass ein Jeder, der ein Mikroskop gebraucht, sich genau mit seiner Ein-

richtung und seiner Theorie bekannt macht; dies ist doppelt nothwendig, da mit dem Gegenstand der Untersuchung häufig auch die Einrichtung des Mikroskopes wechseln muss, denn nicht alle Instrumente sind gleichmässig für alle Arten von Untersuchungen. Ich schicke daher die Theorie der Mikroskope, die Beschreibung ihrer Einrichtung und ihrer verschiedenen Arten der Anleitung zum Gebrauche derselben voraus.

Theorie der Mikroskope.

Die Theorie der Mikroskope findet sich zwar in allen Lehrbüchern der Optik, da diese aber in der Regel weniger auf das praktisch Brauchbare Rücksicht nehmen, so ist es gewiss den meisten Lesern erwünscht, hier kurz zusammengestellt zu finden, was zum Gebrauch der Mikroskope von theoretischen Kenntnissen nothwendig ist, oder wenigstens denselben erleichtert.

§. 1. Scheinbare Grösse der Gegenstände. Gesichtswinkel.

Die scheinbare Grösse eines Gegenstandes hängt von dem Winkel ab, unter welchem die von seinen äussersten Puncten ausgehenden Lichtstrahlen im Auge zusammentreffen. Dieser Winkel heisst der Gesichtswinkel.

Alle Gegenstände, die wir unter demselben Gesichtswinkel sehen, erscheinen uns gleich gross.

Daraus folgt, dass uns ein Gegenstand um so grösser erscheint, je näher er an unser Auge rückt, und mehrere Gegenstände, deren wirkliche Grösse sehr verschieden ist, können uns gleich gross erscheinen, wenn ihre Entfernung von unserem Auge eine verschiedene ist. Dem Auge in O (Taf. I. Fig. 1) erscheint die Linie $a\ b$ ebenso gross als die viel grössere, aber weiter entfernte AB. Wäre ab ebenso gross als $AB = a'\ b'$, so erschiene sie viel grösser als AB, und zwar in dem Verhältnisse grösser, als AB weiter vom Auge entfernt ist, als $a'\ b'$. Beträgt z. B. die Entfernung der Linie $a'\ b'$ vom Auge 1 Fuss, die

von AB 2 Fuss, so erscheint $a'b'$ doppelt so gross, als AB. Ebenso ist aber auch der Gesichtswinkel $a'Ob'$ doppelt so gross als der Gesichtswinkel AOB.

Ist der Gegenstand AB keine Linie, sondern eine Fläche, so nimmt in demselben Verhältnisse, als er sich dem Auge nähert, nicht blos sein Längendurchmesser, sondern auch sein Querdurchmesser an scheinbarer Grösse zu. Im obigen Beispiele bekommt also die Fläche AB, wenn sie nach $a'b'$ gerückt wird, nicht blos eine doppelt so grosse scheinbare Höhe, sondern auch eine doppelt so grosse scheinbare Breite; ihr scheinbarer Flächeninhalt ist also 4 mal so gross als der von AB.

Allgemein lässt sich dies so ausdrücken: die scheinbaren Grössen zweier gleich grosser Linien (oder der Durchmesser zweier Gegenstände) verhalten sich umgekehrt wie ihre Entfernungen vom Auge.

Die scheinbaren Grössen zweier gleich grosser Flächen dagegen verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen vom Auge.

Der Punct, welcher die Spitze des Gesichtswinkels bildet, der Punct O im obigen Beispiele, heisst der Kreuzungspunct; er fällt ungefähr in die Mitte des Auges. — Der im §. entwickelte Grundsatz ist *in praxi* Jedermann bekannt; jedes Kind weiss, dass man z. B. mit einem vor das Auge gehaltenen Finger einen entfernten 100 Fuss hohen Thurm bedecken kann: er ist aber einer der wichtigsten Grundsätze für die Theorie der Mikroskope; auf ihm beruht ferner die ganze Lehre von der Perspective in der Zeichenkunst.

§. 2. Sehweite.

Das Auge sieht einen Gegenstand nur dann deutlich, wenn die Lichtstrahlen, welche von einem (und zwar von jedem) Puncte desselben ausgehen, ziemlich parallel sind. Gelangen sie sehr divergirend in das Auge, so entsteht kein deutliches Bild mehr. Dies letztere ist der Fall, wenn der Gegenstand dem Auge sehr nahe gerückt wird. Will man also einen Gegenstand deutlich sehen, so muss dieser sich in einer gewissen Entfernung vom Auge befinden. Dieser zum deutlichen

Sehen nothwendige Abstand eines Objectes vom Auge heisst die Sehweite. Sie schwankt zwischen 4 und 12, ja 15 Pariser Zollen.

Je kurzsichtiger ein Auge ist, um so geringer ist seine Sehweite, und um so mehr kann es sich einem Gegenstande nähern, ohne dass es aufhört, ihn deutlich zu sehen. Umgekehrt ist bei weitsichtigen Augen die Sehweite gross: solche Personen müssen einen Gegenstand weiter vom Auge entfernen als Andere, um ihn deutlich zu sehen.

Die Sehweite ist also eine nach dem Individuum sehr veränderliche Grösse; da sie aber bei vielen optischen Berechnungen die Grundlage bildet, z. B. bei der Angabe der Vergrösserung eines Mikroskopes, so sind die Optiker übereingekommen, eine bestimmte Grösse dafür anzunehmen. Man versteht also unter Sehweite gewöhnlich 8 Pariser Zolle. Einige französische Optiker nehmen sie zu 25 Cent. ($= 9\frac{3}{4}$ Zoll), ja andere zu 12 Zollen und noch höher an.

Dieser letztere Punct ist für die Praxis wichtiger, als er beim ersten Anblick scheinen mag. Denn wenn ein Optiker, der die Sehweite zu 12″ annimmt, uns sagt, sein Mikroskop vergrössere 1200 mal im Sehen, so ist dies nicht mehr als eine 800malige Vergrösserung bei 8″ Sehweite. Noch viel grösser ist der Unterschied auf die Fläche: eine Vergrösserung von 1,440,000 mal bei 12″ Sehweite ist gleich mit einer von 640,000 bei 8″ Sehweite. Gewissenlose Optiker benützen aber dieses Mittel gern, um ihren Käufern durch Angabe einer bedeutenden Vergrösserung zu imponiren, und entschuldigen sich nachher damit, sie hätten ihren Berechnungen eine Sehweite von 12 oder 15 Zollen zu Grunde gelegt. Man muss also bei jeder Angabe der Vergrösserung eines Mikroskops, wenn man sicher gehen will, erst fragen, bei welcher Sehweite sie bestimmt ist.

§. 3.

Das Auge sieht ferner einen Gegenstand nur dann, wenn er eine gewisse Grösse hat. Diese Grösse beträgt bei mässiger Beleuchtung des Gegenstandes ungefähr $\frac{1}{1000}$ Zoll, was einem Gesichtswinkel von $\frac{1}{2}$ Min. entspricht.

Alle Gegenstände, oder alle Theile eines Gegenstandes, deren Gesichtswinkel in der Entfernung des deutlichen Sehens

die obige Grösse nicht erreicht, sind daher dem blossen Auge völlig unsichtbar.

Kurzsichtige, die den Gesichtswinkel eines Gegenstandes durch grössere Annäherung des letzteren an das Auge vergrössern können, vermögen daher noch Dinge zu erkennen, die für einen Weitsichtigen völlig unsichtbar sind. Aus demselben Grunde sieht ein Kurzsichtiger kleine Gegenstände, die er nahe ans Auge bringt, grösser als ein Weitsichtiger. Jeder Myopische, der eine Brille trägt, kann diese Beobachtung an sich selbst machen. Wenn er z. B. eine Schrift durch eine Hohlbrille betrachtet, wird sie ihm kleiner erscheinen, als wenn er unmittelbar darauf sie näher an das Auge bringt und ohne Brille betrachtet. Daher vergrössert ein Mikroskop, das für einen Weitsichtigen mit einer Sehweite von 12 Zoll 120 mal im Durchmesser vergrössert, für einen Myopischen, der noch in einer Entfernung von 4 Zoll kleine Gegenstände unterscheiden kann, in der That nur 40 mal.

Diese allgemeinen Bemerkungen über die scheinbare Grösse der Gegenstände beim Sehen mit unbewaffnetem Auge bilden die Grundlage für das Verständniss der Wirkung vergrössernder Werkzeuge.

Wir müssen zur Erklärung der letzteren mehrere Sätze aus der Optik entlehnen: auf die nähere Begründung derselben können wir uns indessen hier nicht einlassen; sie würde uns zu weit führen. Wer Beweise dafür verlangt, mag sie in den Lehrbüchern der Optik nachlesen.

Wirkung convexer Linsen. Theorie der einfachen Mikroskope (Loupen).

§. 4.

Was man unter einer convexen Linse, die gewöhnlich aus Glas besteht, aber auch aus jedem anderen durchsichtigen Körper verfertigt sein kann, sich zu denken hat, darf ich wohl als bekannt voraussetzen.

Man unterscheidet biconvexe Linsen, deren beide Oberflächen convex sind (T. I. Fig. 2), und planconvexe, deren eine Fläche eine Ebene bildet (T. I. Fig. 2*).

Eine Linie, welche durch die Mittelpuncte der beiden Oberflächen einer Linse gezogen oder gedacht wird, heisst ihre **Achse** *ab* (T. I. Fig. 2), der Punct in der Mitte dieser Achse heisst

der optische Mittelpunct der Linse, ihr Centrum, *C* (T. I. Fig. 2).

Alle Lichtstrahlen, welche parallel mit der Achse auf die Oberfläche einer convexen Linse fallen, werden so von ihr gebrochen, dass sie sich in einem Puncte sammeln, welcher auf der anderen Seite der Linse in ihrer Achse liegt (vergl. T. I. Fig. 2).

Dieser Punct heisst der Brennpunct oder Sammelpunct der Linse, ihr *Focus*, *p* (T. I. Fig. 2).

Die Entfernung dieses Brennpunctes vom Mittelpunct der Linse heisst die Brennweite: sie hängt ab:

1. von der Krümmung der beiden Oberflächen der Linse,

2. von der lichtbrechenden Kraft der Materie, aus welcher die Linse verfertigt ist, und zwar ist die Brennweite um so kürzer, je convexer die Linse und je grösser die brechende Kraft ihrer Materie ist.

Bei einer planconvexen Glaslinse ist die Brennweite gleich dem Durchmesser des Kreises, welchem die Krümmung der Oberfläche angehört.

Bei einer biconvexen Glaslinse, deren beide Oberflächen eine gleiche Krümmung haben, ist sie gleich dem Halbmesser des beiden Oberflächen gemeinschaftlichen Kreises.

Das Gesetz, dass alle parallel mit der Achse auf eine convexe Linse fallenden Strahlen nach ihrer Brechung sich im Brennpuncte sammeln, ist nur bedingt wahr. Selbst wenn die sphärische Krümmung einer Linse ganz genau gearbeitet ist, gilt es nur von sehr kleinen Linsen, und bei grösseren nur von den in der Nähe der Achse einfallenden Strahlen. Diejenigen Strahlen, welche in weiterer Entfernung von der Achse auffallen, also die bei einer grossen Linse gegen den Rand hin auf das Glas fallen, werden näher gegen die Linse zu gebrochen als die andern (s. T. I. Fig. 3). Bei einer sehr grossen Linse giebt es daher eigentlich eine Menge von Brennpuncten, die alle zusammengenommen mit der Achse der Linse eine Curve bilden, welche die Brennlinie heisst. Diese Abweichung der Rand-

strahlen von dem Brennpuncte nennt man die sphärische Aberration oder die Abweichung wegen der Kugelgestalt.

Ausser der sphärischen Abweichung tritt bei der Brechung des Lichtes in Linsengläsern noch eine andere Erscheinung ein; das Licht wird nämlich in verschieden gefärbte Strahlen zerlegt, welche die bekannten Farben des Regenbogens darstellen. Diese farbigen Strahlen haben eine verschiedene Brechbarkeit; die rothen werden am schwächsten gebrochen, die violetten am stärksten. Wenn sich also jene im Brennpuncte sammeln, so vereinigen sich diese näher am Mittelpuncte der Linse. Man nennt diese Erscheinung die Farbenzerstreuung oder die chromatische Abweichung.

Von der lichtbrechenden Kraft verschiedener Materien, welche man zu optischen Werkzeugen verarbeitet, giebt folgende von Littrow (*Gehler*'s physik. Wörterbuch, B. IV. S. 2203) zusammengestellte Tabelle eine Anschauung. Setzt man die lichtbrechende Kraft der Luft = 1, so ist die von

gewöhnlichem Glase	= . . . (1,525—1,53 nach Chevalier)
Crownglas	= 1,54
Flintglas	- 1,64 (1,83 nach Chevalier)
Beryll	- 1,60
Topas	- 1,64
Sapphir	- 1,79
Diamant	- 2,49 (2,439 nach Chevalier).

Die sphärische Aberration ist nach Herschel (*Philos. trans.* 1821) grösser bei einer gleichseitigen Linse als bei einer ungleichseitigen, und bei letzterer grösser, wenn ihre weniger gekrümmte Seite gegen das Object gekehrt ist, als wenn das Gegentheil stattfindet. Bei einer planconvexen Linse, deren ebene Seite gegen das Auge gewendet wird, ist die Abweichung fast so klein, als sie bei einer einfachen Linse nur sein kann. Nach Chevalier (*Des microscopes. Paris* 1839. S. 43) ist das Minimum der sphärischen Abweichung, welches sich bei einer Linse erreichen lässt, immer noch = 1,07 ihrer Dicke; bei einer planconvexen Linse beträgt sie nicht weniger als das $4\frac{1}{2}$ fache ihrer Dicke.

Die farbenzerstreuende Kraft verschiedener Materien wird nach Littrow (Gehler's Wörterb. a. a. O.) durch folgende Zahlen ausgedrückt:

Diamant	0,038
Wasser	0,035
Sapphir	0,026
Topas	0,025

Beryll	0,037
Flintglas	0,050 (0,039 nach Chevalier)
Crownglas	0,036.

Man sieht hieraus, dass sich die Brennweite einer Diamantlinse zu der einer Linse von Crownglas von gleicher Krümmung wie 3 zu 5 verhält, während die chromatische Abweichnng bei beiden fast dieselbe ist.

§. 5.

Fallen die Lichtstrahlen, welche eine Linse treffen, nicht parallel mit der Achse auf die Oberfläche derselben, so werden sie nicht mehr im Brennpuncte vereinigt.

Nachdem nämlich die Strahlen mehr oder weniger divergent sind, treten verschiedene Erscheinungen ein, die etwas näher betrachtet werden müssen.

1. Steht der Punct, von dem die Strahlen ausgehen, im Brennpuncte der convexen Linse, so werden die vorher divergenten Strahlen, nachdem sie durch die Linse gegangen sind, mit einander parallel.

Es sei (T. I. Fig. 4) *C* eine convexe Linse, *p* ein in ihrem Brennpuncte befindlicher leuchtender Punct. Von *p* gehen nach allen Seiten Strahlen aus (*pC*, *pC*, *pC*), welche die ganze Oberfläche der Linse *C* gleichsam bedecken; sie sind divergent; beim Heraustreten aus der Linse sind diese Strahlen (*Cp'*, *Cp'*, *Cp'*) alle parallel geworden.

Was von dem leuchtenden Puncte *p* gesagt wurde, gilt auch von jedem Puncte eines ganzen Gegenstandes (*ap C*); alle von jedem einzelnen Puncte desselben ausgehende Strahlen (wie in unserm Beispiele *aC*, *aC*, *aC*) werden nach ihrem Durchgange durch die Linse parallel (*Ca'* = mit *Ca'* = *Ca'*).

Strenge genommen gilt dies jedoch nur von sehr kleinen Gegenständen und sehr kleinen Linsen. Ist der Gegenstand oder die Linse grösser, so stört die sphärische Aberration (§. 4) den Parallelismus der gebrochenen Strahlen. Auch die chromatische Abweichung (§. 4) tritt hier ein; beide sind natürlich um so bedeutender, je convexer die Linse ist.

2. Rückt der leuchtende Punct näher an die Linse, so dass er zwischen sie und ihren Brennpunct zu stehen kommt, so werden die zuerst divergenten Strahlen auch nach ihrer Brechung durch die Linse noch divergent bleiben, wiewohl weniger als vorher.

Es sei (Taf. I. Fig. 5) *C* eine convexe Linse, *p* ihr Brennpunct, *x* der leuchtende Punct. Die von ihm auf die Linse fallenden Strahlen (*xC*, *xC*, *xC*) sind stark divergent, die durch die Linse hindurchgegangenen (*Cx'*, *Cx'*, *Cx'*) sind es gleichfalls, doch weniger als jene.

Dasselbe gilt natürlich von jedem Puncte eines zwischen dem Brennpuncte und der Linse befindlichen kleinen Gegenstandes. Bei grösseren Linsen und sehr stark convexen treten hier, wie bei 1. die sphärische und chromatische Abweichung *merklich* hervor.

3. Wird der leuchtende Punct oder Gegenstand weiter von der Linse entfernt, als ihre Brennweite beträgt, so werden die gebrochenen Strahlen convergent.

Es sei (T. I. Fig. 6) *C* eine convexe Linse, *p* der Brennpunct, *x* der leuchtende Punct, so werden die auf die Linse fallenden divergenten Strahlen (*xC*, *xC*, *xC*) nach der Brechung convergent (*Cx'*, *Cx'*, *Cx'*) und sammeln sich im Puncte *x'*, der aber weiter entfernt ist als der Brennpunct der Linse.

Auch hier wirken natürlich chromatische und sphärische Abweichung.

Ist der Gegenstand grösser, so dass er nicht mehr als blosser Punct betrachtet werden kann, so treten ausser der sphärischen und chromatischen Aberration noch andere Abweichungen vom oben Gesagten ein. Diejenigen Strahlen nämlich, welche von Puncten desselben ausgehen, die näher an der Linse liegen als der Brennpunct, werden divergent, die vom Brennpuncte selbst kommenden, parallel, und die von noch weiter entfernten Puncten ausgehenden convergent gebrochen. Dies ist um so mehr der Fall, je convexer die Linse und je stärker die brechende Kraft ihrer Materie ist.

§. 6.

Die im Vorhergehenden dargestellten Eigenschaften convexer Linsen erklären ihre Wirkung als Vergrösserungsgläser.

Es wurde oben (§. 2) erwähnt, dass man einen Gegenstand nur dann deutlich sieht, wenn die von jedem einzelnen Puncte desselben ausgehenden Strahlen beinahe parallel ins Auge gelangen; dass aber das deutliche Sehen aufgehoben wird, wenn sie sehr divergent auf dasselbe auffallen. Dies ist aber der Fall, wenn der Gegenstand dem Auge sehr nahe gebracht wird. Für das gesunde Auge ist also die Sehweite (§. 2) die äusserste Grenze der Annäherung, welche man einem Gegenstande geben darf, wenn er noch deutlich sichtbar sein soll.

Hält man nun vor das Auge eine convexe Linse und bringt einen Gegenstand ungefähr in den Brennpunct desselben, so werden die von ihm ausgehenden und von der Linse gebrochenen Strahlen nahe parallel werden (§. 5. 1.), sie werden also im Auge selbst dann noch ein deutliches Bild geben, wenn der Gegenstand sich dem Auge so nahe befindet, dass seine Strahlen ohne dazwischen gehaltene Linse das Auge sehr divergent treffen, also kein deutliches Sehen mehr erlauben würden.

Dies ist die einfache Erklärung, warum man einen Gegenstand mit Hülfe einer zwischen ihn und das Auge gehaltenen convexen Linse dem letzteren sehr nahe bringen kann, ohne dass das deutliche Sehen aufgehoben wird.

Aus dem Obigen folgt, dass man den zu betrachtenden Gegenstand ungefähr in den Brennpunct der Linse bringen muss, um ihn deutlich zu sehen. Hier begegnen wir jedoch nach der Individualität des Auges sehr vielen Verschiedenheiten. Bei Kurzsichtigen müssen die Strahlen mehr divergent in das Auge gelangen, um ein deutliches Sehen zu erlauben: diese müssen also den Gegenstand näher an die Linse bringen, als ihre Brennweite beträgt (§. 5. 2.). Bei Weitsichtigen müssen die Strahlen weniger divergent auf das Auge treffen, um ein deutliches Bild zu machen: diese müssen also den Gegenstand etwas weiter von der Linse entfernen, und sehr Weitsichtige müssen ihn fast in den Brennpunct der Linse bringen. Liegt aber der Gegenstand über den Brennpunct der Linse hinaus, so giebt er kein deutliches Bild mehr, denn dann werden die

Strahlen convergent (§. 5. 3.) und bei jedem Auge, auch dem weitsichtigsten, müssen die Strahlen wenigstens etwas divergent auffallen, um noch ein deutliches Sehen zu gestatten.

Dass die Divergenz der von jedem Puncte eines Gegenstandes ausgehenden Strahlen sehr gering sein muss, wenn sie noch ein deutliches Bild geben sollen, geht aus folgender Ueberlegung hervor. Der Strahlenkegel, welcher von einem leuchtenden Puncte ausgehend das Auge trifft, hat seine Basis im Auge. Ihr Durchmesser ist ungefähr gleich dem Durchmesser der Pupille (etwa $\frac{1}{10}$ Zoll); die Höhe dagegen ist gleich der Sehweite (8 Zoll), der Winkel von der Spitze, welcher der Divergenz der Strahlen entspricht, ist daher sehr gering.

§. 7. Vergrösserung durch convexe Linsen.

Es sei *a b* (T. I. Fig. 7) ein kleiner Gegenstand, der sich vom Auge *O* in der Entfernung *C O*, d. h. der Sehweite befindet. Seine scheinbare Grösse wird durch den Gesichtswinkel *a O b* bestimmt (§. 1); wenn dieser, wie wir hier annehmen, sehr klein ist, so erscheint der Gegenstand selbst sehr klein. Eine grössere Annäherung an das Auge würde zwar seine scheinbare Grösse vermehren, ist aber aus dem schon öfter angeführten Grunde nicht möglich. Bringt man nun eine convexe Linse unmittelbar vor das Auge, so kann man den Gegenstand dem Auge, unbeschadet der Deutlichkeit, näher bringen: wird er in unserm Beispiele bis *c* genähert, so ist nunmehr sein Gesichtswinkel *a' O b'* viel grösser als der von *a b*. Der Gegenstand *a' b'* erscheint uns nun so gross als der viel grössere in der Entfernung des deutlichen Sehens befindliche *A B*. Die Linie *a b* ist also durch Hülfe der Linse um so viel mal vergrössert worden, als *A B* grösser ist als *a b*.

Je kürzer die Brennweite einer Linse ist, um so näher kann der zu betrachtende Gegenstand dem Auge gebracht werden, um so stärker vergrössert also die Linse.

Die Vergrösserungen zweier Linsen verhalten sich umgekehrt wie ihre Brennweiten.

Aus der bekannten Brennweite einer Linse lässt sich daher auch ihre Vergrösserung berechnen; sie ist nämlich gleich der Sehweite, dividirt durch die Brennweite der Linse.

Die Beweise für diese Sätze glaube ich hier übergehen zu müssen; Jeder, der etwas Mathematik versteht, findet sie aus Fig. 7. von selbst. — Der Leser wird nun auch einsehen, warum die Bestimmung der Sehweite so wichtig ist, wie oben (§. 2) erwähnt wurde, da sie die Basis für die Berechnung aller Vergrösserungen bildet. —

Aus den obigen Sätzen folgt ferner:

1. dass ein Kurzsichtiger auch mit Hülfe einer Linse die Gegenstände etwas grösser sieht als ein Weitsichtiger, da er sie etwas näher an das Auge bringen muss als dieser (§. 6);

2. dass die convexesten Linsen die stärksten sind, oder am meisten vergrössern, weil sie die kürzesten Brennweiten haben;

3. dass eine planconvexe Linse, deren Brennweite doppelt so gross ist als die einer biconvexen von derselben Krümmung, nur halb so stark vergrössert als diese;

4. dass eine Diamantlinse, welche bei gleicher Krümmung eine geringere Brennweite hat als eine Glaslinse (nach §. 4), auch stärker vergrössert als diese.

Da alle einfachen Linsen den Gegenstand oder das Bild desselben im Auge nicht grösser machen können, als er wirklich ist, sondern die Vergrösserung nur von der grösseren Annäherung an das Auge herrührt, so begreift man, dass die Vergrösserung, welche sich durch einfache Linsen erreichen lässt, eine gewisse Grenze haben muss. Sie kann 200 mal im Durchmesser nicht übersteigen: bei dieser Vergrösserung berührt der Gegenstand schon fast die Linse, er muss weniger als $\frac{1}{2}$ Linie von ihr entfernt sein. Mehrere andere Gründe, welche in den folgenden §§. besprochen werden, beschränken die durch einfache Linsen erreichbare Vergrösserung noch mehr.

§. 8. Gesichtsfeld.

Da die durch die brechende Kraft der Linse nahe parallel gewordenen Strahlen, welche von einem hinter ihr befindlichen Gegenstand ausgehen, ihre Richtung beibehalten, so ist es gleichgültig, ob das Auge nahe an die Linse gebracht wird oder nicht; auf die Deutlichkeit des Sehens und auf die Vergrösserung wenigstens hat dieses keinen Einfluss. Wohl aber muss man auf die Stellung des Auges zur Linse Rücksicht nehmen, wenn der zu betrachtende Gegenstand gross ist.

Es sei T. I. Fig. 8. *aa* ein Gegenstand, welcher durch die Linse *C* betrachtet wird. Steht das Auge in *a'*, so sieht es den ganzen Gegenstand *aa*, denn die Strahlen *ax* und *az*, welche den äussersten Puncten des Gegenstandes entsprechen, werden nach ihrem Durchgange durch die Linse nach *a'* gebrochen,

und kommen also noch in das dort befindliche Auge. Entfernt sich das Auge weiter von der Linse nach *b'*, so sieht es die Enden des Gegenstandes *aa* nicht mehr, denn selbst die äussersten von jenen Puncten ausgehenden Strahlen, welche noch die Linse treffen, gehen in der Richtung *xa'* und *za'* links und rechts am Auge vorbei (alle anderen vom Puncte *a* z. B. ausgehenden und die Linse berührenden Strahlen treffen das Auge aber noch viel weniger, denn sie werden parallel mit *za'* nach *ay* und *av* gebrochen). In *b'* sieht das Auge nur noch den Theil *bb* des Gegenstandes *aa*, denn die Strahlen *xb'* und *zb'*, welche den Puncten *bb* entsprechen, sind die äussersten, welche noch ins Auge gelangen; alle zwischen *ab* liegenden Puncte sind dem Auge unsichtbar. In *c'* endlich sieht das Auge nur den zwischen *c* und *c* liegenden Theil des Gegenstandes *aa*, etc.

Die Gesammtmasse eines Gegenstandes oder einer Fläche, welche das Auge durch eine Linse oder ein Mikroskop auf einmal zu übersehen im Stande ist, heisst nun das Gesichtsfeld. Das Gesichtsfeld aber wird um so grösser, je mehr das Auge sich der Linse nähert, und ist am grössten, wenn es dieselbe unmittelbar berührt. Dieses grösste Gesichtsfeld bei der letzt genannten Stellung des Auges meint man immer, wenn man die Gesichtsfelder verschiedener Mikroskope ihrer Grösse nach mit einander vergleicht.

Aus dem eben Entwickelten folgt die pracktische Regel, dass man das Auge unmittelbar an die Linse bringen muss, wenn man auf einmal so viel als möglich von einem grösseren Gegenstande übersehen will.

§. 9. Helligkeit oder Lichtstärke.

Die Helligkeit eines Gegenstandes beim Sehen mit freiem Auge hängt gewöhnlich ab von seiner Beleuchtung oder Lichtstärke. Je stärker er beleuchtet ist, um so heller erscheint er dem Auge. Indessen kommt hierbei noch ein anderer Punct in Betracht, nämlich die Grösse des Auges, oder, strenger genommen, die der Pupille. Je mehr nämlich ein leuchtender

Punct Strahlen in das Auge schickt, um so heller wird er erscheinen; je weiter aber die Pupille ist, um so grösser ist auch die Basis des Strahlenkegels, den ein leuchtender Punct ins Auge schickt, um so heller wird er also dem Auge vorkommen. Da sich aber die Pupille nach allen Seiten ausdehnt, so steigt auch die Helle nicht nach der einfachen Zunahme des Halbmessers ihrer Oeffnung, sondern nach dem Quadrate derselben.

Diese Betrachtung liefert den Anhaltspunct für die Bestimmung der Helligkeit bei Vergrösserungen durch einfache Linsen. Je grösser die Fläche einer Linse ist, um so mehr Strahlen erhält sie von demselben Puncte eines Gegenstandes, um so heller wird also der letztere dem Auge erscheinen.

Setzt man den Halbmesser des Strahlencylinders, welcher durch eine Linse geht, dem Halbmesser der Linse selbst gleich (was man bei kleinen Linsen ohne Fehler thun kann), so erhält man das allgemeine Gesetz:

Die Lichtstärke zweier Linsen verhält sich wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

Die Lichtstärke eines Gegenstandes, den man mit freiem Auge betrachtet, verhält sich aber, natürlich bei gleicher Beleuchtung, zur Helligkeit eines durch eine Linse vergrösserten Gegenstandes wie das Quadrat des Halbmessers der Pupille zum Quadrat des Halbmessers der Vergrösserungslinse.

Aus diesen Daten hat Littrow (bei Gehler a. a. O.) eine Tabelle berechnet, welche das Maass der Helligkeit bei Vergrösserungen durch einfache Linsen ausdrückt. Die Helle eines Gegenstandes bei Betrachtung mit unbewaffnetem Auge als Einheit gesetzt ist die Helligkeit bei einer Vergrösserung von

7	mal Dchm.	=	1,0	80	mal Dchm.	=	0,1
10	-	- =	0,8	100	-	- =	0,08
20	-	- =	0,4	140	-	- =	0,06
40	-	- =	0,2				

Daraus geht hervor, dass bei einer 7maligen Vergrösserung die Helle der natürlichen des unbewaffneten Auges gleich ist, dass aber bei bedeutenden Vergrösserungen durch einfache Linsen die Helligkeit sehr bedeutend abnimmt.

Für diejenigen Leser, welche dieser Gegenstand näher interessirt, bemerke ich noch, dass man den Halbmesser der Pupille $= \frac{1}{20}$ Zoll annimmt. Man findet ferner durch Rechnung, dass der Halbmesser bei allen biconvexen Linsen, deren beide Flächen eine gleiche Krümmung haben, gleich ist 0,347 Zoll, dividirt durch die Vergrösserung. Bezeichnet man nun die Helle durch K, die Vergrösserung durch m, so erhält man folgende Gleichungen:

$$K = \frac{4{,}347}{\frac{\frac{1}{20}}{m.}} = \frac{6{,}94}{m.} \text{ und}$$

$$K^2 = \frac{48{,}16}{m^2.}$$

§. 10. Glaskugeln.

Die Flächen aller der convexen Linsen, von denen bisher die Rede war, sind blosse Segmente einer Kugelfläche, und die Linsen selbst müssen durch Zuschleifen verfertigt werden. Da aber die Linsen um so kleiner sein müssen, je stärker sie vergrössern sollen, und es sehr schwer, ja fast unmöglich ist, eine kleine Glaslinse vollkommen zu schleifen, so hat man für sehr starke Vergrösserungen den Linsen Glaskügelchen vorgezogen, welche sich sehr leicht durch blosses Schmelzen in vollkommen runder Form erhalten lassen.

Die Theorie dieser Glaskugeln und ihre Wirkung ist im Ganzen dieselbe wie die sehr convexer Linsen; sie haben aber, mit Linsen von gleicher Vergrösserung verglichen, den Vortheil einer etwas grösseren Helligkeit, dagegen die Nachtheile, dass ihr Gesichtsfeld kleiner ist und eben so ihre Brennweite kürzer, dass also der Gegenstand näher an sie gebracht werden muss als bei Linsen.

Littrow (b. Gehler a. a. O.) hat folgende Tabelle berechnet, in welcher die Entfernung des Objects, der Halbmesser des Gesichtsfeldes und das Maass der Helle für Linsen und Kugeln von gleicher Vergrösserung mit einander verglichen werden.

Vergr. im Dchm.	Entfng des Objects. Linsen.	Kugeln.	Halbm. ds Gesichtsf. Linsen.	Kugeln.	Helligkeit. Linsen.	Kugeln.
10	0,8	0,23	0,04	0,020	0,8	1,0
20	0,4	0,12	0,02	0,010	0,4	0,50
30	0,3	0,08	0,015	0,005	0,3	0,33
40	0,2	0,06	0,010	0,004	0,2	0,25

Man sieht hieraus, in welchen Fällen die Linsen und in welchen die Glaskügelchen den Vorzug verdienen.

Anweisungen, wie man sich solche kleine Glaskugeln selbst verfertigen kann, werden später, bei der Beschreibung der einfachen Mikroskope, gegeben werden. — Schon bei den Glaskugeln fällt der Brennpunct sehr nahe an die Kugel selbst; bei Kugeln, welche aus Materien verfertigt sind, die das Licht noch stärker brechen, z. B. aus Diamant, würde er ins Innere der Kugel fallen. Solche Kugeln von Diamant wären daher als Vergrösserungsglässer gänzlich unbrauchbar.

§. 11. Nachtheile der Vergrösserungsgläser.

Bisher war fast nur von den Vortheilen der Linsen als Vergrösserungsgläser die Rede, sie haben aber auch ihre Nachtheile.

Die sphärische Abweichung (§. 4), welche bei jeder Linse vorhanden ist, macht, dass die Strahlen, welche gegen den Rand der Linse einfallen, eine etwas andere Brechung erleiden, als die in der Nähe der Achse eintretenden. Dadurch wird das im Auge entstehende Bild eines Gegenstandes getrübt, undeutlich. Die sphärische Abweichung lässt sich bei einer einfachen Linse nie ganz wegbringen und wird namentlich bei grossen Gegenständen und starken Vergrösserungen sehr störend.

Um sie wegzubringen oder wenigstens auf ein Minimum zu reduciren, sucht man die auf den Rand der Linse fallenden Strahlen abzuhalten, welche sie vorzugsweise bewirken, und lässt nur die Strahlen eintreten, welche in der Nähe der Achse auf die Linse fallen. Man verdeckt daher den Rand der Linse und lässt nur ihre Mitte frei. Dieser Rand, mit dem man die Linse umgiebt, gewöhnlich ein Ring von Metall, heisst die Blendung.

Durch diese Blendung wird nun zwar die sphärische Abweichung der Linse vermindert, aber man bekommt dafür einen

andern Nachtheil. Je geringer nämlich die freigelassene Oberfläche der Linse ist, um so kleiner wird auch der auf sie fallende Strahlencylinder, um so geringer also die Helligkeit.

Man verliert also durch die Blendung an Helligkeit, was man durch Verminderung der sphärischen Aberration an Deutlichkeit gewinnt.

Ebenso wird durch die Blendung natürlich auch das Gesichtsfeld vermindert.

Ein zweiter Nachtheil, den alle convexen Linsen haben, ist die chromatische Aberration oder Farbenzerstreuung (§ 4). Diese bewirkt, dass die Bilder der Gegenstände mit farbigen Säumen umgeben erscheinen. Sie ist bei schwachen Vergrösserungen unbedeutend, wird aber um so stärker, je convexer die Linse, also je stärker die Vergrösserung ist.

Die chromatische Aberration lässt sich bei einfachen Linsen durch kein Mittel wegbringen.

Diese Nachtheile zusammengenommen erlauben nicht, dass man sich einfacher Linsen zu Vergrösserungen bedient, welche 140—200 mal Dchm. übersteigen. Schon bei der letzteren Vergrösserung ist die Lichtstärke ausserordentlich gering, das Gesichtsfeld sehr klein, die chromatische und sphärische Abweichung sehr bedeutend und die Brennweite so kurz, dass der zu betrachtende Gegenstand die Linse fast berühren muss. Bei so starken Vergrösserungen gewähren nun Linsen von Edelsteinen, namentlich von Diamant, bedeutende Vortheile. Da der Diamant ein viel stärkeres Brechungsvermögen hat als das Glas (§. 4. Anmkg.), so hat eine Diamantlinse von gleicher Krümmung eine kürzere Brennweite bei gleichem Durchmesser als eine Glaslinse. Bei gleicher Vergrösserung hat also eine Diamantlinse viel mehr Helligkeit und ein grösseres Gesichtsfeld als diese. Zugleich ist auch ihre chromatische Abweichung verhältnissmässig geringer, weil Diamant bei grösserem Brechungsvermögen die Farben nicht stärker zerstreut als Glas.

§. 12. Achromatische Linsen. Zusammengesetzte (combinirte) Linsen.

Da Diamantlinsen sehr theuer und schwer zu verfertigen sind, so hat man auf andere Weise die erwähnten Nachtheile zu vermeiden gesucht. Bei den grossen Fortschritten, welche die Optik in der neuesten Zeit gemacht hat, ist dies auch grösstentheils geglückt.

Bei verschiedenen durchsichtigen Substanzen nimmt die brechende Kraft nicht in gleichem Verhältnisse mit der farbenzerstreuenden zu oder ab, wie aus den §. 4. mitgetheilten Tabellen hervorgeht. Dies ist unter andern bei verschiedenen Arten von Glas, namentlich beim Crown- und Flintglas der Fall.

Man kann daher aus einer biconvexen Linse von Crownglas *a* (T. I. Fig. 9) und einer planconcaven von Flintglas *b*, welche zusammengesetzt werden, eine Linse erhalten, welche vergrössert wie eine planconvexe, ohne die geringste Farbenzerstreuung hervorzubringen.

Diese Eigenschaft einer aus Crown- und Flintglas nach einer gewissen Berechnung zusammengesetzten Linse, keine Farbenzerstreuung mehr hervorzubringen, heisst Achromatismus, die Linse selbst heist achromatisch.

Die sphärische Abweichung, welche sich bei einer einfachen Linse ohne andere grosse Nachtheile (§. 11) nicht wegbringen lässt, kann man gleichfalls durch ein Hintereinanderstellen mehrerer Linsen nach einer gewissen Berechnung (T. I. Fig. 10) aufheben.

Wenn man, wie in Fig. 10. zwei Linsen (*a* und *b*), oder auch drei in geringer Entfernung von einander zusammenstellt, in ein Rohr einschliesst, so wirken sie alle zusammen wie eine sehr convexe Linse, während der Durchmesser ihrer Oeffnung viel grösser ist als bei einer einzigen Linse von derselben Vergrösserung und während ebenso die Brennweite der ersten Linse viel bedeutender ist. Sie gewähren also ein grösseres Gesichtsfeld als eine einfache Linse von gleicher Vergrösserung, eine grössere Helligkeit und der Gegenstand braucht ihnen nicht so sehr genähert zu werden. Ueberdies können sie viel leichter verfertigt werden als eine einzige sehr convexe Linse, da sie einen grösseren Durchmesser haben, und man kann eben deswegen die einzelnen leichter aus Crown- und Flintglas zusammensetzen, also sie achromatisch machen.

Mehrere solche nach einer gewissen Berechnung zusammengesetzte Linsen, welche wie eine einfache wirken, nennt man ein Linsensystem.

Sind die einzelnen Linsen eines solchen Systemes aus Crown- und Flintglas zusammengesetzt, sind sie ferner nach einer solchen Berechnung gearbeitet und zusammengestellt, dass auch ihre sphärische Aberration aufgehoben wird, ist also das Linsensystem nicht blos von der achromatischen, sondern auch von der sphärischen Abweichung vollkommen frei, so heisst es aplanatisch.

Die genauen Formeln für die Berechnung achromatischer Linsen und aplanatischer Linsensysteme glaube ich hier übergehen zu müssen, da sie zu verwickelt sind, als dass man sie allgemein verständlich vortragen könnte. — Gewöhnlich wird bei achromatischen Linsen das biconvexe Crownglas unmittelbar auf das planconcave Flintglas aufgelegt, oder auch beide zusammengekittet. In neuester Zeit hat man angefangen, beide etwas von einander zu entfernen, wodurch man kein so grosses Flintglas nöthig hat als bei jener Methode. Solche Linsen nennt man dialytische; sie sind aber, so viel ich weiss, bei Mikroskopen noch nicht angewandt worden.

Wie man durch Rechnung findet, dass bei Linsensystemen aus zwei Linsen die Lichtstärke grösser ist als bei einfachen Linsen, so findet man auch, dass bei Systemen aus 3 Linsen dieselbe bei gleicher Vergrösserung noch vortheilhafter ist.

Theorie der zusammengesetzten Mikroskope.

§. 13.

Bei den bisher betrachteten einfachen Mikroskopen, welche aus einer einfachen Linse oder aus einem Linsensysteme bestehen, empfängt das Auge unmittelbar die vom Gegenstande kommenden, durch die Linse gebrochnen Lichtstrahlen; es sieht den Gegenstand, die durch die Linse bewirkte grössere Deutlichkeit ausgenommen, gerade so, als es ihn sehen würde, wenn keine Linse dazwischen stände.

Die Theorie der zusammengesetzten Mikroskope ist wesentlich verschieden. Hier betrachtet nämlich das Auge nicht den Gegenstand selbst, sondern ein durch die Linse hervorgebrachtes Bild des Gegenstandes.

Wir müssen hier wieder einige Sätze aus der Optik vorausschicken.

Schon oben (§. 4. u. §. 5) war von der Brechung der Lichtstrahlen in convexen Linsengläsern die Rede.

Wenn ein leuchtender Punct ausserhalb der Brennweite einer Linse sich befindet, so werden die von ihm ausgehenden divergenten Strahlen bei ihrem Durchgange durch die Linse so gebrochen, dass sie nachher convergent werden (§. 5. 3. Fig. 6). Denken wir uns an die Stelle des Punctes den Gegenstand *A B* (T. I. Fig. 11), so werden alle vom Puncte *B* desselben auf die Linse fallenden Strahlen (*B x*, *B c*, *B z*) so gebrochen, dass sie sich auf der anderen Seite der Linse im Puncte *b* vereinigen; dort entsteht nun ein Bild des Punctes *B*. Von dort aus zerstreuen sich die Strahlen wieder, indem sie unter denselben Winkeln auseinandergehen, unter welchen sie bei *b* zusammen getroffen waren.

Ebenso vereinigen sich alle vom Puncte *A* ausgehende Strahlen in *a*, alle von *C* ausgehenden in *c'*, die Strahlen aller übrigen Puncte an entsprechenden Puncten zwischen *a* und *b*. In *a b* entsteht also ein vollkommenes Bild des Gegenstandes *A B*.

Befindet sich die Linse mit dem Gegenstande davor am Ende einer im Innern geschwänzten Röhre, an deren anderes Ende man das Auge hält, so sieht man dieses Bild sehr deutlich. Verdunkelt man ein Zimmer und bringt die Linse mit dem Gegenstand davor in eine entsprechende Oeffnung des Fensterladens, so kann man das Bild auf eine weisse Wand oder einen weissen Schirm fallen lassen, und mehrere Personen können es zu gleicher Zeit betrachten. Dasselbe erreicht man, wenn man statt des Tageslichtes das Lampenlicht zur Beleuchtung des Gegenstandes anwendet.

Aus der Zeichnung (Fig. 11) geht hervor, dass das Bild des Gegenstandes immer verkehrt erscheint, dass also der Punct *B*, welcher im Gegenstande unten ist, im Bilde (bei *b*) oben erscheint, u. s. f.

Ist der Gegenstand sehr weit von der Linse entfernt, so dass die von ihm ausgehenden Strahlen mit der Achse der Linse parallel auffallen, so werden sie alle nach dem Brennpuncte zu gebrochen, und das Bild wird sehr klein (§. 4). Je näher aber der Gegenstand dem Brennpuncte der Linse rückt, um so grösser wird das Bild. Befindet er sich im Brennpuncte selbst, so entsteht kein Bild mehr, denn dann werden die von jedem einzelnen Puncte des Gegenstandes ausgehenden Strahlen nach ihrem Durchgange durch die Linse parallel und vereinigen sich nicht mehr zu einem Bilde (§. 5. 1.). Ebenso entsteht kein Bild, wenn sich der Gegenstand zwischen der Linse und dem Brennpuncte befindet, denn in diesem Falle werden die durch die Linse gegangenen Strahlen divergent (§. 5. 2.). Will man also mit einer gewissen Linse das grösstmögliche Bild eines Gegenstandes erhalten, so muss sich dieser ganz nahe am Brennpuncte der Linse, jedoch etwas ausserhalb desselben befinden.

Das Bild wird natürlich um so grösser, je weiter die Puncte a und b (Fig. 11) von einander entfernt sind. Diese Entfernung wird aber um so grösser, je mehr die Winkel $B\ z\ b$ und $A\ x\ a$ sich einem rechten nähern, oder, was dasselbe ist, je näher der Brennpunct p', wo sich die beiden Linien $x\ a$ und $z\ b$ schneiden, der Linse liegt. Je kürzer also die Brennweite einer Linse ist, um so grösser wird das Bild, welches sie von einem Gegenstande entwirft.

Es giebt noch ein Mittel, die Grösse des Bildes zu vermehren. Bisher wurde vorausgesetzt, dass das Bild an der Stelle aufgefangen wurde, wo alle von jedem einzelnen Puncte eines Gegenstandes ausgehenden Strahlen zusammentreffen, also in unserem Beispiele auf der Fläche $b\ a$. Da aber die Strahlen an dieser Stelle nicht stehen bleiben, sondern in der einmal angenommenen Richtung weitergehen und dabei noch mehr divergiren, so erhält man ein grösseres Bild, wenn man die Strahlen in grösserer Entfernung von der Linse auffängt. Diese Vergrösserung des Bildes kann man indessen nur auf Kosten der Deutlichkeit erlangen, und man darf daher bei guten optischen

Instrumenten von diesem Vergrösserungsmittel keinen Gebrauch machen.

Die Helligkeit des Bildes hängt ab von der Menge der Strahlen, welche von jedem Puncte des Gegenstandes auf die Oberfläche der Linse fallen können; sie ist daher um so grösser, je grösser der Durchmesser der Linse ist (vgl. §. 9). Die Helligkeit des Bildes zweier Linsen verhält sich daher wie die Quadrate ihrer Halbmesser.

Eine gewöhnliche convexe Linse wird wegen der sphärischen Abweichung ein undeutliches Bild geben und das Bild wird ferner wegen der chromatischen Abweichung mit einem farbigen Rande umgeben erscheinen. Ein gutes Instrument muss daher statt mit einer einfachen Linse mit einem aplanatischen Linsensysteme versehen sein, welches von beiden Abweichungen frei ist (§. 12). Dadurch erreicht man ausserdem noch eine grössere Helligkeit, und braucht den Gegenstand der Linse nicht so sehr zu nähern, wie aus §. 12. hervorgeht.

Das im §. Entwickelte erläutert die Theorie des Sonnen-, Gas- und Lampen-Mikroskopes. Bei allen diesen Arten von Mikroskopen wird das Bild auf einem Schirme oder einer weissen Wand aufgefangen und kann von mehreren Personen zugleich betrachtet werden. Das gewöhnliche Schattenspiel (*Laterna magica*) ist weiter Nichts als eine Art des Lampenmikroskopes.

§. 14.

Wenn man nun das vergrösserte Bild eines Gegenstandes, dessen Entstehung im vorigen §. erläutert wurde, nicht mit freiem Auge, sondern durch eine convexe Linse betrachtet, welche man dem Bilde etwas näher bringt, als ihre Brennweite beträgt, so wird dieses noch weiter vergrössert erscheinen und man hat ein zusammengesetztes Mikroskop (*Compositum*).

Nennen wir nun, wie es gewöhnlich geschieht, diejenige Linse, welche dem Object zunächst steht und ein vergrössertes Bild desselben entwirft, das Objectiv c (Fig. 11 *), die andere dem Auge nähere Linse, wodurch wir das Bild des Objectives betrachten, das Ocular, C', so ist klar, dass die Vergrösse-

rung des Mikroskopes im Ganzen gleich ist der durch das Objectiv allein bewirkten, multiplicirt mit der durch das Ocular.

Das Bild eines solchen Mikroskopes erscheint mit dem Gegenstand verglichen gleichfalls verkehrt.

Die Lichtstärke nimmt ab mit dem Durchmesser des Objectivs und des Oculars, also mit der Vergrösserung.

Wenn das Ocular einen kleinen Durchmesser hat und das Bild gross ist, so werden die äussersten Strahlen des letzteren ($x\ a$ und $z\ b$ Fig. 11 *) jenes nicht mehr treffen, man wird daher nur einen Theil des Gegenstandes sehen. (In unserem Beispiele nur den Theil $a\ \beta$, denn $x\ \beta'$ und $z\ a'$ sind die äussersten Strahlen, welche die Linse noch treffen.) Das Gesichtsfeld ist daher bei einem solchen Instrumente sehr klein, es wird um so kleiner, je stärker die Vergrösserung ist.

Wollte man auch das Ocular achromatisch aus Crown- und Flintglas zusammensetzen, um die chromatische Abweichung aufzuheben, so kann man doch bei ihm, da es aus einer einzigen Linse bestehen muss (mehrere, oder ein ganzes Linsensystem würden ein zu kleines Gesichtsfeld geben), die sphärische Aberration nicht wegbringen. Um die dadurch entstehende Undeutlichkeit aufzuheben, bringt man an der Stelle, wo das Bild entsteht, eine Blendung an (§. 11). Diese hält die Randstrahlen ab, welche vorzüglich die sphärische Abweichung bewirken, verkleinert aber das Gesichtsfeld noch mehr.

Durch Rechnung findet man für ein solches Mikroskop folgende Formeln: seine totale Vergrösserung m ist gleich

$$m = h.\left(\frac{L}{pp'} - 1/p - 1/p'\right),$$

wo h die Sehweite (also 8 Zolle), L die Länge des Mikroskopes, p die Brennweite des Oculares, p' die des Objectives bedeutet.

Der Halbmesser des Gesichtsfeldes oder

$$x = \sqrt[3]{\frac{1}{3753\,m.}} \text{ oder } = \frac{r}{D},$$

wo r den Halbmesser des Oculares, D den Abstand des Oculares vom Objectiv bedeutet; und die Lichtstärke oder

$$K = 320\,\frac{x}{m.}$$

Ein solches Mikroskop hat also ein sehr kleines Gesichtsfeld, wenig Helligkeit, und muss sehr lang sein, was wieder viele Unbequemlichkeiten hat.

§. 15.

Die Nachtheile, welche die im vorhergehenden §. beschriebene Art der zusammengesetzten Mikroskope hat — nämlich Kleinheit des Gesichtsfeldes, Undeutlichkeit wegen der sphärischen, Farbensäume wegen der chromatischen Abweichung des Oculares — sind so bedeutend, dass man auf Mittel dachte, diesem Uebelstande abzuhelfen.

Man erreichte diesen Zweck, indem man zwischen das Objectiv und das Ocular noch eine dritte convexe Linse, das Collectiv oder Sammelglas, setzte.

Es sei (T. I. Fig. 12) $A\ B$ der Gegenstand, c ein achromatisches Objectiv, so würde in $a\ b$ das vergrösserte Bild von $A\ B$ erscheinen. Durch das Collectiv C werden jedoch die divergenten $z\ b$, $x\ a$ u. s. w. von ihrer Richtung abgelenkt und es entsteht das Bild $a'\ b'$. Dieses Bild durch das Ocular C' betrachtet, erscheint so gross als $\alpha\ \beta$ (wo $\gamma\ C' =$ der Sehweite).

Man gewinnt hierdurch ein grösseres Gesichtsfeld, weil nun alle Strahlen des Bildes $a'\ b'$ das Ocular treffen, während die äussersten des Bildes $a\ b$ nicht mehr auf dasselbe gefallen wären; man braucht ferner kein so langes Mikroskop, weil das Bild $a'\ b'$ näher an das Object c zu stehen kommt als das Bild $a\ b$, und kann überdies durch ein solches aus zwei Gläsern bestehendes Ocular die chromatische und sphärische Abweichung des Oculares fast ganz wegbringen, wie sich durch Rechnung beweisen lässt: nur ist die Vergrösserung etwas geringer als bei den Mikroskopen mit einfachem Ocular, ein Nachtheil, der indessen durch jene Vortheile reichlich aufgewogen wird.

Diese beiden Linsen, das eigentliche Ocular und das Collectiv, sind gewöhnlich in eine Hülse vereinigt und werden meist mit dem einfachen Namen des Oculares, oder genauer mit dem eines Doppeloculares belegt.

Es giebt aber zweierlei Arten dieser Doppeloculare.

1. Das Doppelocular von Campani (Fig. 12), wo das Bild des Gegenstandes (*a b*) zwischen die beiden Gläser des Oculares, also zwischen Collectiv und Ocular fällt.

2. Das Doppelocular von Ramsden, wo das Bild zwischen Objectiv und Doppelocular, also vor das Collectiv zu stehen kommt.

Die letzte Art von Doppelocularen, die von Ramsden, wo das Bild des Objectives vor das Collectiv fällt, verdient den Vorzug. Sie gewährt ein grösseres Gesichtsfeld: bei der ersten Art wird ferner das Bild des Objectivs durch das Collectiv verkleinert, was nur durch eine Verringerung der Brennweite des Oculares wieder ersetzt werden kann. Ueberdies stört hier wegen der Nähe des Bildes am Ocular jede kleine Verrückung des letzteren, jedes Stäubchen auf ihm und jede Ungleichheit in seiner Masse viel mehr als bei der Anordnung von Ramsden (vgl. Littrow bei Gehler). Und doch werden gegenwärtig noch immer die Oculare aller Mikroskope, auch der besten, so viel ich weiss, nur nach der Methode von Campani construirt!

Bei gut gearbeiteten Doppelocularen, namentlich von der zweiten Art, kann man die Farbenzerstreuung fast ganz unberücksichtigt lassen, und es reicht hin, die Objectivlinsen achromatisch zu verfertigen. Daher sind gewöhnlich die Oculare der Mikroskope nicht achromatisch; doch kann man sie eben so wie die Objectivlinsen aus Crown- und Flintglas zusammensetzen; solche aus Crown- und Flintglas zusamengesetzte Oculare, bei denen man durch genaue Berechnung auch die sphärische Aberration weggebracht hat, die also von beiden Abweichungen frei sind, nennt man a p l a n a t i s c h; sie zeigen schärfer und ganz farbenfrei, haben aber ein kleineres Gesichtsfeld.

§. 16.

Ein zusammengesetztes Mikroskop, dessen optischer Theil den Anforderungen der Gegenwart entsprechen soll, muss also nothwendig folgende Einrichtung haben:

1. sein Objectiv muss achromatisch sein; für stärkere Vergrösserungen muss dasselbe aus einem aplanatischen Linsensystem bestehen;

2. sein Ocular muss ein Doppelocular sein. Für manche Untersuchungen ist es auch wünschenswerth, ein aus Crown- und Flintglas zusammengesetztes aplanatisches Doppelocular zu haben;

3. die Fassung der Linsen muss so genau gearbeitet sein, dass die Achsen oder die Mittelpuncte aller genau in dieselbe

Linie fallen, oder wie sich die Optiker ausdrücken — alle Linsen müssen genau centrirt sein.

Von den übrigen Erfordernissen eines guten Mikroskopes wird später die Rede sein.

Theorie der Spiegelmikroskope.

§. 17.

Statt der Linsen kann man sich auch der Hohlspiegel als vergrössernder Instrumente bedienen.

Wir müssen zur Erklärung ihrer Wirkung wieder einige Sätze aus der Optik vorausschicken.

Es sei (T. I. Fig. 13) $a' \, b' \, c' \, d' \, e'$ ein Hohlspiegel, dessen Krümmung dem Segment eines Kreises entspricht. Die Linie $C \, c$ sei der Halbmesser dieses Kreises; sie bildet die Achse des Spiegels. Alle Strahlen nun, welche parallel mit der Achse die Oberfläche des Spiegels treffen, wie $a \, a'$, $b \, b'$, Cc, $d \, d'$, $e \, e'$, werden nach dem Punct f der Achse hin gebrochen und sammeln sich dort. Dieser Punct heisst der Brennpunct oder Focus des Hohlspiegels. Die Entfernung des Brennpunctes von der Oberfläche des Spiegels, oder die Brennweite $c \, f$ ist immer $= \frac{1}{2} \, c \, C$, d. h. sie beträgt immer die Hälfte von dem Halbmesser des Kreises, welchem die Krümmung des Hohlspiegels angehört.

Befindet sich nun ein leuchtender Punct im Brennpuncte des Hohlspiegels, so werden alle von ihm ausgehenden Strahlen, welche den Spiegel treffen ($f a'$, $f b'$, $f c$, $f d'$, $f e'$) von diesem so zurückgeworfen, dass sie miteinander parallel werden ($a' \, a$, $b' \, b$, $c \, C$, $d' \, d$, $e' \, e$).

Rückt der leuchtende Punct näher an den Spiegel, als dessen Brennweite beträgt, so werden alle Strahlen divergent zurückgeworfen; entfernt er sich weiter als der Brennpunct, so werden sie convergent.

Wir finden hier also ganz dieselben Gesetze wieder, welche von den convexen Linsengläsern gelten (vgl. §. 5).

Da von einem Hohlspiegel die auffallenden Lichtstrahlen nicht gebrochen werden, wie es bei einer Linse der Fall ist,

sondern nur zurückgeworfen, so giebt es hier keine Farbenzerstreuung.

Ein Hohlspiegel kann nun ganz so wie eine Linse als vergrösserndes Werkzeug dienen, wenn man einen kleinen Gegenstand zwischen ihn und seinen Brennpunct bringt. Die von jedem einzelnen Punct desselben ausgehenden Lichtstrahlen, welche wegen der grossen Nähe sehr divergent ins Auge kommen, also kein deutliches Sehen mehr erlauben würden, werden durch die Zurückwerfung, welche sie im Spiegel erleiden, weniger divergent und der Gegenstand wird deutlich sichtbar (vgl. §. 6).

Auch für Hohlspiegel ist die Vergrösserung wie für convexe Linsen (§. 7) gleich der Sehweite, dividirt durch die Brennweite des Hohlspiegels, und ein Hohlspiegel vergrössert um so mehr, je kürzer seine Brennweite, oder, was dasselbe ist, je stärker seine Krümmung ist.

Das Gesichtsfeld und die Lichtstärke wird um so kleiner, je geringer der Durchmesser des Spiegels, also je stärker die Vergrösserung ist.

Hohlspiegel, welche als vergrössernde Instrumente dienen sollen, dürfen nicht wie gewöhnliche Spiegel aus einem mit Zinnamalgam belegten Glase verfertigt werden: solche Spiegel sind für genauere Untersuchungen unbrauchbar, da nicht blos die Oberfläche des Metalles, sondern auch die Oberfläche des Glases Strahlen zurückwirft; dadurch wird das deutliche Sehen aufgehoben. Am besten werden sie aus Metall verfertigt, aus reinem Silber, oder einer Mischung von Silber, Kupfer und Zinn, oder noch besser aus Platin. Solche Hohlspiegel sind aber schwer genau zu verfertigen und daher sehr theuer. — Die Hohlspiegel haben vor den einfachen Linsen den Vortheil, dass sie von der chromatischen Abweichuug frei sind, die sphärische ist jedoch bei ihnen ebenso stark als bei den Linsen. Achromatische Linsen und noch mehr aplanatische Linsensysteme verdienen aber in jeder Hinsicht den Vorzug vor den Hohlspiegeln.

§. 18.

Befindet sich ein kleiner Gegenstand etwas ausserhalb der Brennweite eines Hohlspiegels, so werden alle von jedem einzelnen Puncte desselben auf den Spiegel fallende Strahlen convergent und der Spiegel entwirft ganz nach denselben Gesetzen,

welche für convexe Linsen gelten (§. 13), ein vergrössertes Bild des Gegenstandes

Es sei (T. I. Fig. 14) *e c d* ein Hohlspiegel, *a b* ein kleiner, etwas ausserhalb seines Brennpunctes *p* befindlicher Gegenstand, so werden alle vom Puncte *b* des letzteren ausgehende Strahlen (*b d*, *b c*, u. s. w.) vom Spiegel so zurückgeworfen, dass sie nach *b'* convergiren und sich dort sammeln. In *b'* entsteht also ein Bild des Punctes *b*. Ebenso sammeln sich alle von *a* ausgehende Strahlen in *a'*. *b' a'* ist also ein vergrössertes Bild von *a b*. Es ist, wie die Zeichnung ergiebt, verkehrt.

Das Bild *b' a'* wird um so grösser, aber auch um so schwächer und dunkler, je stärker die Krümmung des Hohlspiegels und je kürzer seine Brennweite ist. Es hat keine Farbensäume, ist also frei von der chromatischen Abweichung, wird aber wegen der sphärischen Aberration an den Rändern undeutlich.

Betrachtet man nun dieses Bild durch ein einfaches, oder noch besser durch ein Doppel-Ocular, so wird es noch weiter vergrössert und man erhält ein zusammengesetztes Spiegelmikroskop.

Dies ist im Wesentlichen die Theorie der Spiegelmikroskope; ihre Einrichtung, ihre Vortheile und Nachtheile im Vergleich mit den anderen Mikroskopen werden später genauer geprüft werden.

Erster Abschnitt.

Von
den verschiedenen Arten der Mikroskope und ihrer Einrichtung.

Nach dieser kurzen Darstellung der Theorie der Mikroskope gehen wir nun zu einer Beschreibung ihrer verschiedenen Arten, ihrer Einrichtung, ihrer einzelnen Theile und des Nutzens derselben über. Diese Beschreibung muss der Anweisung zu ihrem Gebrauche vorausgehen, denn nur derjenige wird mit Nutzen mikroskopische Untersuchungen anstellen können, der sein Instrument genau kennt und weiss, wozu jeder Theil dient.

Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop, wiewohl es das complicirteste von allen ist, soll zuerst betrachtet werden, da es vorzugsweise gebraucht wird und fast bei allen Arten von Untersuchungen angewandt werden kann, während die übrigen Arten der Mikroskope nicht überall anwendbar sind und nur in sehr wenig Fällen den Vorzug vor ihm verdienen.

Erstes Capitel.

Vom zusammengesetzten dioptrischen Mikroskop.

Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop ist dasjenige, dessen Theorie §. 14—§. 16. gegeben wurde. Es unterscheidet sich vom zusammengesetzten katoptrischen Mikroskope oder Spiegelmikroskop dadurch, dass sein Objectiv aus Linsengläsern,

bei diesem dagegen aus einem Hohlspiegel besteht. Vom Sonnen- und Gasmikroskop ist es darin verschieden, dass bei diesen das vom Objectiv hervorgebrachte Bild des Gegenstandes mit freiem Auge, bei jenem aber durch ein Ocular betrachtet wird. Sein Unterschied von den einfachen Linsen oder den sogenannten einfachen Mikroskopen ist bereits aus dem Vorhergehenden klar.

Das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop besteht in seiner vollkommensten Form, und von dieser soll hier allein die Rede sein, aus einem Objectiv und einem Doppelocular.

Abgesehen von diesem optischen Apparat bestehen aber alle Mikroskope dieser Art, so verschieden auch ihre äussere Einrichtung sein mag, wesentlich aus folgenden Theilen:

1. aus dem Gestelle oder Stativ, welches dem Instrumente zur Grundlage dient, und woran alle übrigen Theile beweglich oder unbeweglich befestigt sind;

2. aus dem eigentlich optischen Theile, dem Körper oder der Hülse, welche an ihrem einen Ende das Objectiv, am anderen das Ocular trägt. Hat der Körper des Mikroskopes eine senkrechte Stellung, wie bei den meisten, so nennt man das ganze Instrument ein verticales, steht er dagegen horizontal, so heisst es ein horizontales;

3. aus dem Objecttisch, der den zu untersuchenden Gegenstand aufnimmt;

4. aus dem Beleuchtungsapparat, durch welchen dem Gegenstande das nöthige Licht zugeführt wird.

Hiezu kommen noch

5. mancherlei Geräthschaften und sonstiger Zubehör, um die zu untersuchenden Gegenstände zu messen, zu zeichnen, oder sie zur mikroskopischen Untersuchung gehörig vorzubereiten, u. dgl., endlich

6. das Gehäuse oder der Kasten, in welchem das Mikroskop aufbewahrt wird.

In der Einrichtung und Anordnung dieser verschiedenen Theile finden sich bei den käuflichen Mikroskopen, welche aus

verschiedenen Werkstätten hervorgehen, die grössten Verschiedenheiten; sie alle zu beschreiben wäre unmöglich und unnütz, aber die wichtigsten derselben muss man kennen: ich werde mich daher bei der folgenden Darstellung auf diese beschränken.

1. Gestell des Mikroskopes.

Das Gestell oder Stativ eines Mikroskopes besteht selbst wieder aus verschiedenen Theilen; sein unterer Theil, auf dem das ganze Instrument ruht, heisst sein Fuss. Von diesem gehen die Stäbe oder Metallstangen aus, welche die übrigen Theile tragen.

Die Construction des Gestelles ist keine ganz gleichgültige Sache: es muss nothwendig sehr fest und unbeweglich sein, denn die geringste Verrückung der einzelnen Theile des Instrumentes gegen einander hebt, namentlich bei stärkeren Vergrösserungen, die Deutlichkeit des Sehens auf; deshalb ist das Gestelle bei allen besseren Instrumenten von Metall; nur bei alten und schlechten Mikroskopen ist es von Holz.

Der Fuss namentlich muss solid und schwer sein, damit das Instrument fest und unverrückt stehe, und nicht hin und her schwanke; dies wird um so nöthiger, je grösser das Instrument selbst ist.

Bei den Mikroskopen von Chevalier und Lerebours dient der Kasten des Instrumentes zugleich als sein Fuss; es wird nämlich auf diesen aufgeschraubt. Eine ähnliche Einrichtung haben die kleinen Mikroskope von Frauenhofer; bei ihnen ist das Gestelle durch ein Charniergelenk an die eine Seite des Kastens befestigt; man braucht das horizontal im Kasten liegende Instrument nur aufzuschlagen und vertical zu stellen, um es sogleich in der gehörigen Lage für Beobachtungen zu haben.

Bei den kleinen Mikroskopen von Oberhäuser besteht der Fuss aus einer hinlänglichen dicken und schweren Messingplatte, die an den übrigen Theil des Gestelles angeschraubt ist (T. II. Fig 3. *a*) und hinweggenommen wird, wenn man das Instru-

ment in seinen Kasten legt: sie ist unten mit Leder überzogen, damit das Mikroskop auf dem Tische u. s. w. nicht hin und her gleiten kann. Bei den grösseren Mikroskopen desselben Optikers (T. II. Fig. 4) ist der Fuss (*a*) mit dem Objecttisch vereinigt und sehr schwer, wodurch das Instrument eine ausserordentliche Festigkeit und Unverrückbarkeit bekommt. Diese Einrichtung wird später genauer beschrieben werden.

Bei den meisten deutschen Mikroskopen, denen von Schiek, von Plössl und bei den englischen von Pritchard besteht der Fuss aus drei Stäben von Messing (T. II. Fig. 2. *A*), die sich zusammenlegen lassen und auseinandergeschlagen eine Art Dreifuss bilden, auf dem das Mikroskop hinlänglich fest steht. Bei den Mikroskopen von Plössl sind an den äusseren Enden dieser drei Stäbe noch Stellschrauben angebracht, um das Instrument immer genau horizontal stellen zu können, selbst wenn es seine Unterlage, z. B. der Tisch, worauf es steht, nicht sein sollte. Diese Schrauben sind indess fast für alle Untersuchungen vollkommen entbehrlich; sie vertheuern nur das Instrument ohne Noth.

Vergleicht man diese verschiedenen Arten der Füsse miteinander, so kann man wohl nicht sagen, dass die eine oder andere entschieden den Vorzug verdiene: die letztgenannte Art ist compendiös, nimmt beim Einpacken des Instrumentes keinen grossen Raum ein und vermehrt sein Gewicht nicht sehr; die Einrichtung bei den grossen Mikroskopen von Oberhäuser dagegen gewährt eine sehr grosse Stabilität und Unverrückbarkeit.

Eine noch viel grössere Mannigfaltigkeit der Anordnung finden wir bei den übrigen Theilen des Gestelles. Die Einrichtung dieser Theile richtet sich zunächst nach der Lage, welche der Körper des Mikroskopes hat und ist verschieden, je nachdem dieser horizontal oder vertical steht. Wir müssen daher unterscheiden:

1. horizontale Mikroskope, bei denen der Körper des Mikroskopes eine horizontale Lage hat (eine Vorstellung davon giebt Fig. 7 der Taf. II.) wie beim Mikroskop von Amici.

2. verticale Mikroskope, deren Körper eine verticale Stellung hat. — Instrumente von Oberhäuser, Lerebours, zum Theil die von Schiek und Plössl. T. II. Fig. 2. 3. u. 4. —

3. Mikroskope, die sowohl eine verticale, als eine horizontale, als auch eine schiefe Stellung des Körpers zulassen. — Chevalier's Universalmikroskop, die Mikroskope von Pritchard, zum Theil die von Schiek und Plössl. — T. II. Fig. 1. 5. und 6. —

Bei dem horizontalen Mikroskop von Amici besteht das Gestell aus einem senkrechten Metallstab, der unten an den Fuss befestigt ist oder auf den Kasten aufgeschraubt wird und an seinem oberen Ende den horizontalliegenden Körper des Mikroskopes trägt; an diesem Metallstabe sind der Objecttisch und der Beleuchtungsspiegel beweglich befestigt.

Sehr einfach ist das Gestelle bei den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser (T. II. Fig. 3) und denen von Lerebours. Auf die runde Messingplatte *a*, welche als Fuss dient, ist eine kurze, aber weite Röhre *a* aufgesetzt, die vorn ausgeschnitten ist und in ihrem Inneren den Beleuchtungsspiegel enthält. Sie trägt an ihrem oberen Ende eine horizontale Platte E, welche als Objecttisch dient; von dieser geht eine zweite, vorne etwas ausgeschnittene Röhre *a' a'* aus, welche den Körper des Mikroskopes umfasst.

Bei den verticalen Mikroskopen von Plössl und Schiek (T. II. Fig. 2) besteht das Gestell aus einer runden Säule von Metall, *a*, welche auf dem Fusse *A* ruht. Diese trägt an ihrem unteren Dritttheil den Beleuchtungsspiegel *J*, an ihrem oberen Ende den Objecttisch *E*. Sie geht nach oben in einen dreieckigen (runden oder sechsseitigen) Stab *a'* über, an welchen der Körper des Mikroskops beweglich befestigt ist.

Viel zusammengesetzter ist das Gestell derjenigen Mikroskope, welche bestimmt sind, nach Wunsch oder Bedürfniss eine verticale, horizontale oder schiefe Stellung des Körpers zuzulassen. Bei den deutschen Instrumenten dieser Art entspringt vom Fuss eine runde Säule von Metall; mit dieser ist ein ver-

ticaler Metallstab mittelst eines Charniergelenkes beweglich verbunden, kann aber durch eine Schraube in jeder beliebigen Richtung gegen den Horizont festgestellt werden. Er trägt oben den Körper des Mikroskopes, unten aber den Objecttisch und den Beleuchtungsspiegel. Aehnlich sind die englischen Instrumente eingerichtet (T. II. Fig. 5, wo der Metallstab *a' a a* im Gelenke *a* beweglich ist).

Chevalier's grössere Mikroskope, von ihm Universalmikroskope genannt (T. II. Fig. 1. und 6), sind noch complicirter. Bei ihnen trägt eine verticale, auf den Kasten des Mikroskopes geschraubte Metallsäule *A*, ein durch ein Charnier beweglich mit ihr verbundenes horizontales Stück *a*, von dem nach unten ein verticaler Metallstab *a' a'* ausgeht; an diesem sind der Objecttisch und der Beleuchtungsspiegel beweglich befestigt. Mit dem horizontalen Stück *a* ist der Körper des Mikroskops *B* beweglich verbunden. Diese Mikroskope lassen die freiesten Bewegungen zu: hier kann der Körper horizontal gestellt werden während der Objecttisch gleichfalls horizontal bleibt u. dgl.

Ueber die Vorzüge und Nachtheile dieser verschiedenen Einrichtungen des Gestelles will ich mich hier nicht ausführlicher verbreiten; sie sind theils von selbst klar, theils wird später noch mehr von ihnen die Rede sein. Doch will ich gleich hier bemerken, dass die meisten Vortheile, welche aus einer allseitigen Beweglichkeit des Mikroskopes hervorgehen, mehr die Bequemlichkeit des Beobachters vermehren, als wirklichen Gewinn bringen; nur in einigen seltenen Fällen sind sie unentbehrlich. Auf der anderen Seite macht aber eine complicirte Einrichtung das Mikroskop viel theurer und vermindert mehr oder weniger seine nothwendige Festigkeit und Unverrückbarkeit.

II. Der Körper des Mikroskopes.

Dieser Theil (T. II. Fig. 1—5. *B*), der eigentlich optische, ist der wichtigste des Mikroskopes; er ist den wenigsten Veränderungen unterworfen und besteht wesentlich aus einer Hülse oder einem Rohre von Metall (Fig. 2. *B*), welches oben das

Ocular (*b*) und an seinem unteren Ende das Objectiv (*b'*) trägt. Wir haben an ihm folgende Theile zu betrachten:

a. die Objectivlinsen;

b. die Oculare;

c. das Rohr, und

d. die Verbindung des letzteren mit dem Gestelle des Mikroskops.

a. Die Objectivlinsen, deren Anordnung und nothwendige Beschaffenheit schon früher (§. 12) besprochen wurde, sind in Messing gefasst und werden an den unteren Theil des Rohres, welcher gewöhnlich die Gestalt eines umgekehrten abgestumpften Kegels hat, angeschraubt.

Sie sind der wichtigste Theil des ganzen Instrumentes und von ihrer Güte hängt vorzüglich der Werth und die Brauchbarkeit eines Mikroskopes ab. Jede gute Objectivlinse muss achromatisch sein, weil sonst das von ihr entworfene Bild mit einem Farbensaum umgeben erscheint; sie muss daher aus Crown- und Flintglas zusammengesetzt sein. T. I. Fig. 9. stellt eine solche achromatische Linse dar; ihr unterer, planconcaver Theil (*b*) besteht aus Flintglas, der obere, biconvexe (*a*) aus Crownglas. Beide Gläser sind gewöhnlich mit einem farblosen Firniss, mit Terpentin oder Mastix zusammengeleimt. Die plane Fläche der Linse, also das Flintglas, soll immer nach unten gekehrt sein, denn dadurch wird ein grösserer Abstand des Gegenstandes von der Linse möglich, und die Linse selbst wird viel besser vor Verletzungen geschützt, als wenn ihr convexer Theil aus der Einfassung nach unten vorragt. Jede Linse ist, wie erwähnt, in Messing gefasst, und hat eine Blendung, oder einen Ring von Messingblech, der ihren Rand bedeckt und die auf diesen fallenden Strahlen abhält; dadurch wird die sphärische Abweichung verringert, da es hauptsächlich die auf den Rand fallenden Strahlen sind, welche diese hervorbringen.

Jedes Mikroskop hat mehrere Objectivlinsen von verschiedener Brennweite, die von längerer für schwächere, die von kürzerer für stärkere Vergrösserungen. Da für die stärkeren

Vergrösserungen von mehr als 100 mal die Objectivlinsen sehr klein sein müssten, und daher ihre Verfertigung aus Crown- und Flintglas sehr schwierig wäre, überdies mit der Abnahme ihres Durchmessers auch die Helligkeit abnimmt, so braucht man für die stärkeren Vergrösserungen statt der einfachen Objective aplanatische Linsensysteme, die aus zwei oder drei Linsen zusammengesetzt sind (§. 12). Durch sie lässt sich die sphärische Aberration besser wegbringen als durch einfache Linsen, und man erlangt eine grössere Helligkeit. Zu diesem Zwecke werden bei den Mikroskopen von Plössl und Schiek mehrere Linsen übereinander geschraubt: man kann jedoch nicht ohne Weiteres die ersten besten Linsen aneinanderschrauben, um ein aplanatisches Linsensystem zu erhalten, denn nicht alle passen zusammen und geben ein gutes Bild; deshalb giebt Schiek seinen Mikroskopen eine Anweisung bei, welche Linsen zusammen als Linsensystem gebraucht werden können. Die Mikroskope von Schiek und Plössl haben 6 Objectivlinsen von verschiedener Brennweite, die numerirt sind; die schwächste hat Nr. 1., die stärkste Nr. 6. Von den Schiek'schen Linsen lassen sich zusammen gebrauchen Nr. 1 u. 2. — 1, 2 u. 3. — 2, 3 u. 5. — 3, 4 u. 5. — 4, 5 u. 6. Die letzteren drei geben die stärkste Vergrösserung.

Die Linsen der französischen Mikroskope, namentlich der von Oberhäuser, sind meist kleiner als die der deutschen und von kürzerer Brennweite; die Oberhäuser'schen Objective vergrössern daher stärker als die Schiek'schen und Plössl'schen; deshalb muss aber auch bei jenen das Object den Linsen mehr genähert werden als bei diesen. Da die gehörige Verbindung so kleiner Linsen noch viel schwieriger ist, als bei grösseren, so giebt Oberhäuser für die stärkeren Vergrösserungen ganze Linsensysteme bei, von denen jedes aus 3 Linsen zusammengesetzt ist, die nicht auseinander genommen und willkührlich wieder zusammengestellt werden sollen. Nur bei den schwächeren Systemen darf man die unterste Linse abschrauben, um ohne dieselbe eine schwächere Vergrösserung

zu erhalten. Solcher Linsensysteme, die auf einen umgekehrten Metallkegel aufgeschraubt sind, hat Oberhäuser 9 von verschiedener Vergrösserung. Dieser Optiker verfertigt auch eine ihm eigenthümliche Art von Linsensystemen, wo die 2—3 Linsen weiter von einander abstehen als gewöhnlich und Blendungen zwischen sich haben: sie dienen vorzüglich zur Untersuchung undurchsichtiger Gegenstände bei einer Vergrösserung von 50—120 mal Dchm., haben einen längeren Focus und gewähren grössere Deutlichkeit und Lichtstärke als die gewöhnlichen Linsensysteme. Sie haben noch keinen besonderen Namen erhalten.

Die Güte der Objectivlinsen ist es hauptsächlich, welche den Mikroskopen der besseren Optiker, wie Plössl, Schiek, Pistor, Oberhäuser, Chevalier, Pritchard etc. so grosse Vorzüge vor den Instrumenten anderer Werkstätten giebt. Mikroskope mit *gewöhnlichen*, nicht achromatischen Objectivlinsen sind zu den genauen Untersuchungen, welche der gegenwärtige Standpunct der Naturwissenschaften fordert, nicht mehr brauchbar. — Von den Mitteln, die Güte der Objectivlinsen und des optischen Theiles der Mikroskope überhaupt zu prüfen, wird später die Rede sein.

b. Die Oculare sind bei allen guten Mikroskopen Doppeloculare und bestehen aus zwei (am besten planconvexen) Linsengläsern, dem Collectiv und dem eigentlichen Ocular, von welchen jenes dem Object, dieses dem Auge des Beobachters zugekehrt ist. Diese beiden Gläser sind in eine Hülse von Messing eingeschlossen, welche in den oberen Theil des Rohres eingeschoben, oder an dieses angeschraubt wird. Zwischen dem Ocular und Collectiv, im Brennpuncte des ersteren, an der Stelle, wo das von dem Objectiv entworfene und vom Collectiv verkleinerte Bild des Gegenstandes entsteht, befindet sich eine Blendung (ein Ring von Metall), deren Zweck es ist, diejenigen Strahlen des Bildes, welche zu weit von der Achse des Mikroskopes auffallen und wegen der sphärischen Aberration kein deutliches Bild mehr geben, abzuhalten. Selbst das sorgfältigst gearbeitete aplanatische Linsensystem hat nämlich noch immer etwas von der sphärischen Abweichung, da das Schleifen und Zu-

sammensetzen der Linsen nie mit der Genauigkeit ausgeführt werden kann, wie die Theorie es verlangt.

Bisweilen ist auf dieser Blendung des Oculares ein einfaches oder doppeltes Kreuz von Faden aufgespannt, entweder von roher Seide oder von Spinnengewebfäden, wodurch das Gesichtsfeld in mehrere Theile getheilt wird. Diese Fäden dienen theils beim Messen der Gegenstände, wovon später die Rede sein wird, theils soll durch diese Theilung des Gesichtsfeldes das Wiederfinden eines beobachteten Gegenstandes erleichtert werden. Sie gewährt vorzügliche Bequemlichkeit, wenn man einer zweiten Person die Lage eines aufgefundenen Gegenstandes unter dem Mikroskope beschreiben will. Es ist nämlich gar nicht leicht, wenn sich sehr viele kleine Gegenstände von ähnlicher Gestalt im Gesichtsfeld des Mikroskopes zeigen, bei gemeinschaftlichen Untersuchungen anderen Personen einen von ihnen so genau zu beschreiben, dass sie ihn wiederfinden können. Rückt man nun den Gegenstand gerade unter den Kreuzungspunct der Fäden, so ist es nicht mehr schwer, ihn aufzufinden.

Die Hülse mit den beiden Gläsern heisst zusammen das Ocular. Jedem Mikroskop sind mehrere Oculare von verschiedener Brennweite beigegeben, welche gewöhnlich ebenso wie die Linsen numerirt sind, so dass Nr. 1. das schwächste ist, Nr. 2. stärker, Nr. 3. noch stärker u. s. w. Je stärker ein Ocular ist, um so kürzer ist die Brennweite der beiden Linsen, die es enthält, um so geringer also seine Länge selbst: man erkennt daher die Stärke der Oculare, oder ihre Vergrösserung, auch ohne sie zu probiren, schon ungefähr an der Länge: die kürzesten sind die stärksten.

Es wurde schon früher erwähnt, dass bei allen gut verfertigten Doppelocularen die chromatische und sphärische Aberration sehr gering ist, dass man also die Mühe ersparen kann, sie aus Crown- und Flintglas zusammenzusetzen. Doch gewährt ein Ocular, welches achromatisch aus Crown- und Flintglas zusammengesetzt und durch eine sehr sorgfältige Construction der

Linsen von der sphärischen Abweichung vollkommen befreit ist, mehr Licht und grössere Schärfe und Deutlichkeit, jedoch eine etwas schwächere Vergrösserung und ein kleineres Gesichtsfeld, daher es sich vorzüglich zur Beobachtung undurchsichtiger Gegenstände eignet. Diese Oculare nennt man aplanatisch. Plössl, Schiek und Pritchard geben ihren Mikroskopen ein solches aplanatisches Ocular bei; Schiek bezeichnet es mit Nr. 0. —

Um jedes verticale Mikroskop (wie T. II. Fig. 2, 3 u. 4) augenblicklich und ohne weitere Umstände in ein horizontales verwandeln zu können, dient das im Winkel gebogene oder gebrochene Ocular (T. II. Fig. 9). Bei diesem ist die Röhre nicht gerade, sondern in einem rechten Winkel gebogen; ihr horizontaler Theil enthält, wie gewöhnlich, das eigentliche Ocular *d*, das Collectiv *b*, und zwischen beiden die Blendung *c*. An der Beugungsstelle des Rohres befindet sich ein rechtwinkliges Glasprisma *a*, dessen Hypotenuse gegen die Achse der beiden Gläser in einem Winkel von 45^0 geneigt ist. Steckt man nun dieses Ocular auf das verticale Mikroskop, so wird durch die geneigte Fläche des Prisma das Bild des Gegenstandes nach dem Oculare *d* hin reflectirt, und das Auge, welches sich vor *d* befindet, sieht den Gegenstand nach der Richtung *d a*. Von den Vortheilen einer solchen Einrichtung wird später die Rede sein.

Eine neuere Einrichtung, welche bisweilen sehr vortheilhaft mit dem Oculare verbunden wird, ist das aufrichtende oder umkehrende Prisma (T. I. Fig. 15). Es besteht in einer unten offenen Röhre von Metall (*A*), welche oben durch einen in der Mitte durchbohrten Deckel verschlossen ist; sie wird beim Gebrauche auf jedes beliebige Ocular aufgesteckt. Im Inneren dieser Röhre ist ein rechtwinkliges Glasprisma (*p*) so befestigt, dass seine Hypotenuse mit der einen Seite der Röhre parallel läuft.

Der Nutzen dieser Einrichtung ist folgender. Man wird sich aus der Einleitung erinnern, dass alle Gegenstände, welche man durch das zusammengesetzte Mikroskop betrachtet, verkehrt erscheinen, so dass die Theile derselben, welche in

Wahrheit dem Beobachter rechts liegen, ihm links erscheinen und umgekehrt. Dieser Umstand ist oft störend, wenn man einen Gegenstand unter dem Mikroskope hin und herrücken will, um seine verschiedenen Theile zu sehen, noch mehr aber, wenn man ihn unter dem Mikroskop mit feinen Messern, Nadeln u. dgl. zerschneiden, überhaupt präpariren will. Durch das aufrichtende Prisma wird diesem Uebelstande abgeholfen: indem das Bild durch das so gestellte Prisma hindurchgeht, wird es von Neuem umgekehrt, erscheint also dem Auge in *O* in seiner natürlichen Lage.

c. Das Rohr besteht bei allen Mikroskopen aus einem hohlen Cylinder von Metall, der meist nach oben und unten sich etwas verengert: unten werden die Objective angeschraubt, oben die Oculare eingesteckt; ein vorspringender Rand an dem oberen Theile der letzteren verhindert, dass sie zu tief in das Rohr hinabfallen.

Da die Vergrösserung nicht blos von der Brennweite des Objectives und Oculares, sondern auch von der grösseren oder geringeren Entfernung dieser beiden Theile des Mikroskopes, also von der Länge des Rohres abhängt (vgl. §. 13. u. §. 14. Anmkg.), so ist diese letztere keine gleichgültige Sache. Ein langes Rohr bewirkt eine stärkere Vergrösserung, aber man verliert dabei an Deutlichkeit: zugleich wird dadurch das Instrument unbequem, und wegen seiner Länge ist es sehr schwierig, darunter zu arbeiten. Daher begnügt man sich mit einer mittleren Länge und macht solche Instrumente, die sehr leicht und compendiös sein sollen, lieber kürzer, indem man die stärkeren Vergrösserungen durch Anwendung stärkerer Linsen und Oculare hervorzubringen sucht. Indessen kann man Compendiosität und grössere Länge des Rohres dadurch erhalten, dass man das Instrument zum Herausziehen und Zusammenschieben einrichtet, wie die gewöhnlichen Taschenperspective; dadurch wird jedoch die Achse des Mikroskopes leicht verrückt und eine genaue Centration aufgehoben. Besser ist die Einrichtung zur Verlängerung des Rohres an dem Mikroskop von Amici und

dem Universalmikroskop von Chevalier (T. II. Fig. 1). Hier wird das Rohr durch eine Schraube (x) verlängert und verkürzt, welche die engere Röhre (b), die das Ocular trägt, in der weiteren (B) hin und herschiebt. Durch eine auf die engere Röhre b gezeichnete Skale sieht man, wieviel das Rohr verlängert oder verkürzt worden ist und kann daraus die Ab- und Zunahme der Vergrösserung berechnen.

Bei den verticalen Mikroskopen ist das Rohr gewöhnlich aus einem Stücke und ungetheilt, bei den horizontalen dagegen ist es in einem rechten Winkel gebrochen und enthält an dieser Brechungsstelle ein rechtwinkliges Glasprisma (T. II. Fig. 1. c), ganz so wie das im Winkel gebrochene Ocular und zu demselben Zwecke. Beim Universalmikroskop von Chevalier kann man das Stück, welches das Prisma enthält, wegnehmen, um das horizontale Mikroskop in ein verticales zu verwandeln.

Die horizontalen Mikroskope tragen am Ocularende des Rohres gewöhnlich einen grossen Schirm von dünner, schwarz angestrichener Pappe (T. II. Fig. 1. $\beta\beta$), welcher alles fremde Licht vom Auge abhält und nur die Lichtstrahlen zu ihm gelangen lässt, die durch das Rohr des Mikroskopes gehen. Diese Einrichtung ist sehr zweckmässig; sie vergrössert die Deutlichkeit und Helle des Bildes. Will man sie beim verticalen Mikroskop anwenden, so muss man sich entweder eines eigenen, auf hohen Füssen stehenden Schirmes bedienen, oder man wendet das gebrochene Ocular an und befestigt den Schirm an dieses.

Das Innere des Rohres und der Oculare wird mit einer matten schwarzen Farbe überzogen, um alle Lichtstrahlen, welche zu weit von der Achse des Instrumentes abweichen, um noch ein deutliches Bild zu geben, nicht zurückzuwerfen, sondern zu verschlucken. Zu demselben Zwecke befindet sich ausser der schon erwähnten Blendung im Ocular noch eine zweite ungefähr in der Mitte des Rohres

Ein Hapterforderniss zur Entstehung eines deutlichen Bildes ist es, dass das Mikroskop genau centrirt sei, d. h. dass die Achsen aller Linsen des Objectives, aller Gläser des Oculares

und aller Blendungen genau in eine und dieselbe gerade Linie fallen. Diese Linie heisst die Sehachse des Mikroskopes.

Die genannten Theile, Objectiv, Ocular und Rohr, bilden zusammen den Körper des Mikroskopes. Wir haben nun noch

d. die Verbindung des Körpers mit dem Gestell des Mikroskopes zu betrachten. Diese Verbindung kann eine bewegliche oder unbewegliche sein; weil aber der Gegenstand je nach der Brennweite der Linsen und der Kurz- oder Weitsichtigkeit des Beobachters dem Objectiv mehr oder weniger genähert werden muss, so muss im letzteren Falle der Objecttisch beweglich sein.

Am einfachsten ist, wie schon erwähnt, die Verbindung des Körpers mit dem Gestelle bei dem horizontalen Mikroskop von Amici; hier ruht der horizontale Körper unbeweglich auf der verticalen Metallsäule, welche das Gestell bildet.

Bei den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser (T. II. Fig. 3) und denen von Lerebours steckt der Körper in der Hülse *a' a'*, welche den oberen Theil des Gestelles bildet, wird durch einfache Reibung in dieser festgehalten und kann durch Auf- und Abschieben vom Object entfernt oder ihm genähert werden. Diese allereinfachste Bewegung des Körpers, wobei alle Schrauben erspart werden, ist vollkommen genügend, wenn das Instrument gut gearbeitet ist. Bei den Mikroskopen von Oberhäuser hat die Hülse an ihrem oberen Theile vier Einschnitte und ist sehr elastisch; sollte sie je nachgeben und den Körper nicht mehr festhalten, so darf man sie nur etwas zusammendrücken, um sie aufs Neue elastisch zu machen.

Bei den Mikroskopen von Schiek und Plössl besteht der obere Theil des Gestelles aus einem runden (besser drei- oder sechsseitigen) Metallstabe, welcher an der vom Körper abgewendeten Seite gezähnt ist. An ihm befindet sich eine bewegliche Hülse (*β* Fig. 2. auf T. II), von der ein ausgeschweiftes Stück Metall ausgeht, welches an den Körper des Mikroskopes (*B*) angenietet ist. Durch ein Triebrad (*x*), welches in die

Zähne des Stabes eingreift, kann die Hülse und damit der Körper des Mikroskopes auf und ab bewegt werden.

Bei den grösseren Mikroskopen von Oberhäuser (T. II. Fig. 4) geht vom Rande des Objecttisches (*e*) eine Säule (*C*) aus, welche an einem ausgeschweiften Stück Metall (*c*) eine Hülse (*c'*) trägt. In dieser bewegt sich der Körper des Mikroskopes (*B*) durch Beibung auf und ab, wodurch die grobe Bewegung bewirkt wird. Eine Mikrometerschraube (*x*) am unteren Ende der Säule (*C*) bewirkt eine sehr feine Bewegung des Körpers nach auf und abwärts. Die Säule sammt dem Körper des Mikroskopes kann hinweggenommen werden.

Bei den englischen Mikroskopen (T. II. Fig. 5) ist diese Verbindung viel zusammengesetzter. Der Körper (*B*) ruht auf einer Querstange (*c*, *c'*), die an einen verticalen Stab (*a'*, der hier durch die veränderte Stellung des Instrumentes horizontal geworden ist) beweglich befestigt ist und durch eine Schraube (*C*) auf dieser höher oder niedriger gestellt werden kann. Die Querstange, welche auf der einen Seite (*c*) den Körper des Mikroskopes trägt, enthält an ihrem anderen Ende in einer Art Schüsselchen (*c'*) eine einfache Linse (*d*). Man braucht also die Querstange nur um einen balben Kreisbogen zu drehen, um denselben Gegenstand statt mit dem zusammengesetzten, mit einem einfachen Mikroskop untersuchen zu können.

Auch bei dem Universalmikroskop von Chevalier kann der Körper des Mikroskopes weggenommen und ein einfaches Mikroskop an seine Stelle gesetzt werden.

III. Der Objecttisch.

Der Objecttisch des Mikroskopes, welcher bestimmt ist, den zu untersuchenden Gegenstand aufzunehmen, besteht wesentlich aus einer Metallplatte, welche in ihrer Mitte durchbohrt ist. Diese Oeffnung ist in der Regel rund; ihre Mitte muss genau mit der Sehachse des Mikroskopes oder der Achse seines Körpers zusammenfallen. Er kann beweglich oder un-

beweglich an das Gestell befestigt sein: in letzterem Falle muss der Körper des Mikroskopes beweglich sein.

Sehr einfach ist der Objecttisch bei den Schiek'schen Mikroskopen (T. II. Fig. 2), wo er (*E*) unbeweglich an die runde Säule (*a*) befestigt ist, welche vom Fuss ausgeht; an die runde Oeffnung in seiner Mitte ist unten eine kurze Röhre von Metall angesetzt (*e*), welche an ihrem unteren Ende eine bewegliche Blendung (*e'*) trägt. Diese Blendung (T. II. Fig. 16) besteht aus einer dünnen geschwärzten Metallscheibe (*A*), welche um ihre Achse (*x*) beweglich ist. Ihre Achse ist an den Rand der erwähnten Röhre befestigt. In dieser Scheibe befinden sich drei runde Oeffnungen von verschiedener Grösse (*b*, *c*, *d*), deren Mittelpuncte aber alle in einer und derselben, mit dem Rande der Scheibe concentrischen Kreislinie liegen: in derselben Kreislinie liegt auch die Mitte der Röhre, welche selbst wieder mit der Sehachse und der Mitte der Oeffnung des Objecttisches zusammenfällt. Da nun durch diese Oeffnung dem Objecte das Licht des Spiegels zugeworfen wird, so kann man die Lichtmenge vermindern oder vermehren, je nachdem man eine grössere oder kleinere Oeffnung der Blendung unter das Rohr bringt. Man kann das Licht des Spiegels ganz abhalten, wenn man die Oeffnung der Röhre durch den undurchbohrten Theil der Blendung (zwischen *d* u. *e*) ganz verschliesst. — An der Seite des Objecttisches gegen das Gestell zu befinden sich zwei Löcher: sie dienen, um die zwei Stifte des Objecthalters aufzunehmen, der später beschrieben werden wird.

Der Objecttisch der englischen Mikroskope (T. II. Fig. 5) ist ähnlich, aber ohne Blendung, er hat an der vom Gestelle abgewandten Seite ein Loch zur Aufnahme einer Beleuchtungslinse für opake Gegenstände. Der Objecttisch ist hier beweglich; er kann auf und ab bewegt, kann seitwärts gedreht oder auch ganz entfernt werden, indem man ihn aus seiner Hülse herauszieht. Durch eine Schraube wird er in jeder beliebigen Stellung festgehalten.

Bei den Mikroskopen von Plössl ist der Objecttisch ähnlich eingerichtet, er hat eine Bewegung nach auf und abwärts: zugleich hat er eine obere Platte, welche mittelst zweier Schrauben in einer horizontalen Ebene nach jeder Richtung bewegt werden kann. Diese Einrichtung werden wir unter dem Namen des beweglichen Objectträgers später genauer beschreiben.

Bei den Mikroskopen von Chevalier und Amici besteht der Objecttisch aus 2 Platten, welche durch eine Feder gegen einander zusammengedrückt werden. Der Gegenstand, auf eine Glasplatte gelegt, wird zwischen beide Platten hineingeschoben, und von ihnen unverrückt festgehalten.

Ganz abweichend von den bisher beschriebenen ist der Objecttisch bei den Mikroskopen von Oberhäuser. Bei der kleineren Art (T. II. Fig. 3) befindet sich derselbe (*E*), am oberen Ende des Rohres (*a*), welches den unteren Theil des Gestelles bildet: er ist breiter als lang und besteht aus einer durchbohrten Metallplatte, die durch eine feine Schraube (*e*) einige Linien auf und abwärts bewegt werden kann. Zur Vergrösserung des Objecttisches hat er auf meinen Rath das Gestell des Mikroskopes nach hinten ausgebogen (bei *z*) und ausserdem noch unter dem Objecttisch, wie bei den Schiek'schen Instrumenten, eine bewegliche Blendung angebracht.

Bei den grösseren Mikroskopen von Oberhäuser (T. II. Fig. 4) ist der Objecttisch sehr gross, schwer und stark, rund und vorzüglich zu zootomischen Arbeiten sehr geeignet. Seine Oberfläche besteht aus einer mattgeschliffenen starken Platte von schwarzem Glase, die nicht von Säuren etc. angegriffen wird und viel leichter zu reinigen ist als eine metallne. Der Objecttisch dieser Instrumente lässt sich überdies um seine Achse drehen, so dass man opake Gegenstände, ohne sie aus dem Sehfeld zu entfernen, von allen Seiten beleuchten kann. Der Körper des Mikroskopes kann vom Mikroskope ganz entfernt, und sobald man ihn nöthig hat, ohne Verrückung wieder aufgesetzt werden. Die Blendung besteht aus Metallröhren, von verschiedenem Durchmesser im Lichten; indem man sie ein-

setzt oder wegnimmt, kann man das Licht schwächen oder verstärken.

Der Leser wird hier die Frage aufstellen, welche von den beschriebenen Einrichtungen des Objecttisches, seiner Verbindung mit dem Gestelle u. s. w. den Vorzug verdiene. Hat man blos Flüssigkeiten zu untersuchen oder kleine Gegenstände, die sich auf ein Glasplättchen bringen lassen, so kommt nicht viel darauf an, ob der Objecttisch gross oder klein, beweglich oder unbeweglich ist: für den Botaniker dagegen, dann für den Zootomen, Anatomen und Physiologen, der unter dem Mikroskope präpariren will, ist es wünschenswerth, wenn der Objecttisch sehr fest und solid, und sehr gross ist: in jeder dieser Hinsichten verdienen die grossen Mikroskope von Oberhäuser bei weitem den Vorzug vor allen andern. Die Beweglichkeit des Objecttisches thut gewöhnlich seiner Festigkeit und Unverrückbarkeit Eintrag, im Allgemeinen ist daher ein feststehender einem beweglichen vorzuziehen. Der Objecttisch der englischen Mikroskope hat den Vortheil, dass man ihn ganz entfernen kann, wenn man sehr grosse Gegenstände unter das Mikroskop bringen will, z. B. Frösche, um den Kreislauf zu beobachten. Es ist aber nicht möglich, an einem Instrumente Alles zu vereinigen: Jeder wählt am besten die Einrichtung nach seinem individuellen Bedürfnisse.

Mag nun der Objecttisch oder der Körper des Mikroskopes beweglich sein, so ist es jedenfalls für genaue Untersuchungen bei starken Vergrösserungen wünschenswerth, dass die Bewegung eine doppelte sei, eine grobe, um die erste Annäherung der Objectivlinsen an den Gegenstand zu bewirken, und eine feine, um den Gegenstand genau in den Focus zu bringen. Auch in dieser Hinsicht ist die Einrichtung der grösseren Mikroskope von Oberhäuser sehr vorzüglich, vorausgesetzt, dass nicht durch langen Gebrauch die nöthige Reibung des Körpers in der Hülse aufgehoben wird, worüber ich keine Erfahrungen habe. Wenn die Bewegung blos durch ein Triebrad bewirkt wird, wie bei den Schiek'schen Mikroskopen, so ist es

schwierig, bei starken Vergrösserungen sehr zarte Gegenstände genau in den Focus zu bringen, denn die Bewegung des Körpers ist nicht fein und allmählich genug; es wäre daher sehr wünschenswerth, dass noch eine Vorrichtung angebracht würde, um entweder am Körper oder am Objecttisch eine sehr feine Bewegung zu bewirken.

Die bewegliche Blendung, welche Schiek bei seinen Mikroskopen unter dem Objecttisch angebracht hat, ist ein wesentlicher Vorzug. Wo sie fehlt, und man also dieses Mittels, das Licht zu vermindern, entbehrt, wie bei Plössl's Instrumenten, läuft man Gefahr, sehr zarte Gegenstände gar nicht mehr zu sehen, weil die Beleuchtung zu intensiv ist. Man kann sie zwar durch geschickte Manipulationen mit dem Spiegel einigermaassen ersetzen, aber diese fordern viele Uebung und Erfahrung. Ich habe deshalb Oberhäuser veranlasst, diese Blendung bei seinen kleineren Mikroskopen gleichfalls anzubringen.

IV. Der Beleuchtungsapparat.

Dieser ist verschieden, je nachdem die zu untersuchenden Gegenstände durchsichtig oder opak sind, und also bei durchfallendem oder reflectirtem Lichte betrachtet werden. Er ist ein sehr nothwendiger Theil des Mikroskopes, da, vorzüglich bei starken Vergrösserungen, die Lichtstärke des mikroskopischen Bildes sehr gering ist, und nur durch eine sehr intensive künstliche Beleuchtung des Gegenstandes vermehrt werden kann. Nur in sehr seltenen Fällen braucht man keinen künstlichen Beleuchtungsapparat, indem man sich mit dem gewöhnlichen Tages- oder Lampenlicht begnügt, und dieses unmittelbar auf den Gegenstand fallen lässt. Davon wird weiter unten die Rede sein.

1. Beleuchtungsapparat für durchsichtige Gegenstände. Er ist ein Spiegel (*J.* Fig. 1, 2 u. 5 auf T. II), der das Tageslicht oder das Licht einer Lampe auf den Gegenstand wirft. Der Spiegel ist unterhalb des Objecttisches angebracht, so dass sein Mittelpunct mit der Sehachse zusammentrifft; er ist gewöhnlich rund, bei den Mikroskopen von Pritchard (T.

II. Fig. 5. *J.*) elliptisch; bei manchen viereckig. Die elliptische Form verdient den Vorzug, weil der verticale Strahlenbündel, welchen ein gegen den Horizont geneigter elliptischer Spiegel zurückwirft, cylindrisch ist, was bei den Spiegeln von anderer Form nicht der Fall ist.

Der Spiegel muss beweglich sein: bei den Mikroskopen von Oberhäuser ist der Spiegel nur in einer Richtung beweglich, bei den meisten anderen Instrumenten ist er nach zwei Richtungen beweglich, so dass er alle möglichen Stellungen annehmen kann. Die letztere Anordnung verdient natürlich den Vorzug: bei der ersteren, wo der Spiegel nur seine Richtung gegen den Horizont verändern kann, muss man das ganze Mikroskop dem Lichte zukehren.

Viele Mikroskope haben einen doppelten Spiegel, von denen der eine ein Planspiegel, der andere ein Hohlspiegel ist. Ersterer dient bei starkem Lichte und schwachen Vergrösserungen, Letzterer bei starken Vergrösserungen und wenn man wenig Licht zu seiner Disposition hat. Seine Krümmung muss so beschaffen sein, dass das Object ungefähr in seinen Brennpunct zu stehen kommt, damit sich alle Strahlen auf dasselbe concentriren. Hat das Mikroskop nur einen einfachen Spiegel, so muss dieser ein Hohlspiegel sein; die allzustarke Beleuchtung, die er bei schwachen Vergrösserungen bewirkt, kann durch die Blendung oder durch Drehen des Spiegels verringert werden.

Bei den englischen Mikroskopen ist die Rückseite des Spiegels mit Gyps überzogen und dient bei Beobachtungen im Sonnenlichte.

Wenn der Objecttisch feststeht, wie bei den Mikroskopen von Schiek und Oberhäuser, kann der Spiegel, abgesehen von der Beweglichkeit um seine Achse, unbeweglich am Gestelle befestigt sein. Ist aber der Objecttisch beweglich, so muss auch der Spiegel nach auf und abwärts bewegt werden können, damit er den Bewegungen des Objecttisches folgen kann; so bei den Mikroskopen von Chevalier und Amici, bei denen von Pritchard. Bei letzteren kann der Spiegel auf die

Seite geschoben oder ganz entfernt werden, wenn man ihn nicht nöthig hat.

Man hat verschiedene Einrichtungen, um das Licht des Spiegels zu verstärken, wenn bei sehr bedeutenden Vergrösserungen dieses allein zur Beleuchtung nicht hinreicht. Diese Hilfsmittel sind:

a. eine grosse biconvexe Linse oder ein Glasprisma (Prisma von Selligue), welche beide dienen, das Tages- oder Lampenlicht auf den Spiegel zu concentriren. Diese Instrumente sind an eine Stange befestigt, welche viele Gelenke hat (vgl. Fig. 2. T. II. *K*), dadurch nach allen Seiten beweglich ist und es erlaubt, dem Prisma oder der Linse jede beliebige Stellung zu geben. Sie werden entweder in den Fuss des Mikroskopes gesteckt (wie Fig. 2. T. II), oder haben einen eigenen Fuss für sich.

b. Linsen, gewöhnlich planconvex, welche das vom Spiegel reflectirte Licht auf das Object concentriren. Ihre Achse muss mit der Sehachse zusammenfallen. Sie sind bei dem Universalmikroskop von Chevalier (T. II. Fig. 1. *h*) am Objecttisch, bei den englischen Instrumenten (T. II. Fig. 5. *H*) an einem eigenen beweglichen Träger unter demselben befestigt und können auf und abwärts bewegt werden. Diese Linsen müssen natürlich immer so gestellt werden, dass alle vom Spiegel reflectirten und durch sie gebrochenen Lichtstrahlen sich gerade auf dem Object vereinigen.

Man kann beide Arten der Lichtverstärkungsapparate gleichzeitig anwenden, doch werden beide nur selten gebraucht.

Eine eigene Art Lichtverstärkungsapparat ist der mit den grösseren Mikroskopen von Oberhäuser verbundene Beleuchtungsapparat von Dujardin, eine wesentliche Verbesserung der oben unter *b.* angeführten Methode. Er ist (T. II. Fig. 4*) im Durchschnitt abgebildet und besteht wesentlich aus einem in eine Hülse eingeschlossenen achromatischen Linsensystem (*b*), welches durch eine Schraube in dem Rohre *a a* auf und ab bewegt werden kann. Wenn dieses Linsensystem genau an den

Focus gestellt ist, vermehrt es nicht nur die Beleuchtung des Objects, sondern dient auch, die das Object bei allen übrigen Beleuchtungsarten immer umgebenden falschen Linien und Ränder, eine Folge der Diffraction (wovon später), wegzuschaffen. Bei Anwendung schwächerer Vergrösserungen, wo der Dujardin'sche Apparat überflüssig ist, kann man ihn aus dem Rohre *a a* herausziehen und ganz entfernen.

Zum Beleuchtungsapparat für durchsichtige Gegenstände gehören noch die schon oben bei der Beschreibung des Objecttisches erwähnten Blendungen, insofern sie dienen, das allzustarke Licht zu mässigen. Man hat verschiedene Arten derselben; die zweckmässigsten sind die bereits beschriebenen scheibenförmigen (Taf. II. Fig. 2. *e* — Fig. 16); ausserdem hat man noch röhrenförmige, hohle Cylinder von verschiedener Oeffnung im Lichten. Sie werden in die Oeffnung des Objecttisches *E* (Fig. 4) eingeschoben, und diese dadurch nach Wunsch und Bedürfniss verkleinert. Bei den Mikroskopen mit Dujardin'schem Apparat kann man sie an dessen Stelle einsetzen und indem man sie auf und abwärts bewegt, den Zweck der Modification des Lichtes noch vollkommener erreichen.

Oberhäuser hat bei seinen kleineren Instrumenten noch einen sehr einfachen und zweckmässigen Apparat, um bei durchsichtigen Gegenständen alles fremde Licht abzuhalten. Er besteht in einem geschwärzten Schirm von dünner Pappe mit einem Griff, welcher bei *x* (T. II. Fig. 3) in das Gestell des Mikroskopes eingeschoben wird und nur das Licht zulässt, welches von dem Beleuchtungsspiegel auf den Gegenstand reflectirt wird.

2. Beleuchtungsapparat für opake Gegenstände. Opake Gegenstände können nicht, wie die durchsichtigen, von unten her beleuchtet werden; bei ihnen kann man sich daher des Beleuchtungsspiegels gar nicht bedienen. Sie erfordern viel mehr Licht als durchsichtige Objecte, können bei sehr starken Vergrösserungen gar nicht mehr beobachtet werden und erfordern schon bei mittleren, wo für durchsichtige das gewöhn-

liche Tageslicht noch hinreicht, eigene Apparate zur Verstärkung des Lichts.

Diese Apparate sind die Folgenden:

a. Linsen und Prismen, wie das schon erwähnte Prisma von Selligue, die grosse biconvexe Linse bei Schiek, die Linse bei den Mikroskopen von Oberhäuser und Plössl, oder auch kleinere Linsen von kürzerer Brennweite. Sie sind entweder an den Körper des Instrumentes befestigt, oder an den Objecttisch, an den Fuss des Instrumentes, oder ruhen auf eigenen Füssen.

Diese Instrumente müssen immer so gestellt werden, dass sie das zur Beleuchtung dienende Tages- oder Lampenlicht unmittelbar auf den Gegenstand concentriren, sind aber nur dann vortheilhaft, wenn das auf sie fallende Licht nahe parallele Strahlen hat. Das Tageslicht muss also entweder durch ein kleines Fenster (oder eine Oeffnung im Fensterladen) auf die Linse auffallen oder das Mikroskop muss ziemlich weit vom Fenster entfernt sein, und das künstliche Licht (Lampenlicht etc.) soll der Linse so viel als möglich genähert werden.

In allen diesen Fällen ist das Licht des Spiegels unnütz, ja wirkt nur störend. Daher wird die Oeffnung des Objecttisches durch die Blendung verschlossen, oder wenn diese fehlt, der Gegenstand auf eine dunkle Unterlage gebracht, wozu eine Platte von Ebenholz oder noch besser eine undurchsichtige Platte von schwarzem Glase dient.

b. Hohlspiegel von kurzer Brennweite (Lieberkühn'sche Spiegelchen, *Silver Cups* der Engländer), am besten von Metall, und zwar von Silber, Platin etc. Diese Spiegelchen (T. II. Fig. 22) sind in der Mitte durchbohrt und endigen sich oben in eine kurze Röhre. Ihre Oeffnung muss gross genug sein, damit durch sie das Objectiv des Mikroskopes sich dem Gegenstande hinreichend nähern kann. Man deckt den Hohlspiegel über das Object, lässt die Oeffnung der Blendung frei und stellt den Beleuchtungsspiegel des Mikroskopes so, dass er das Licht durch die Oeffnung des Objecttisches auf die Oberfläche des Lieber-

kühn'schen Spiegelchens schickt; von diesem wird es zurückgeworfen und auf den in seinem Brennpunct befindlichen Gegenstand concentrirt. Diese Spiegelchen sind unentbehrlich, wenn man opake Gegenstände bei starker Vergrösserung untersuchen will.

V. Zubehör des Mikroskopes.

Wir verstehen unter Zubehör des Mikroskopes alle diejenigen Geräthschaften, welche mit dem eigentlich optischen Theile desselben Nichts zu schaffen haben, aber doch dem mit dem Mikroskope Arbeitenden nothwendig sind, um die Objecte auf eine ihrer Natur entsprechende Weise unter das Mikroskop zu bringen, sie dort gehörig festzuhalten, zu zeichnen, zu messen u. s. w., ferner alle Instrumente, welche in einzelnen Fällen zur Untersuchung gewisser Gegenstände dienen, und die man braucht, um das Object zur mikroskopischen Untersuchung gehörig vorzubereiten.

Die Menge dieser verschiedenen Geräthschaften ist sehr bedeutend, aber nicht alle sind gleich wichtig; wir wollen daher im Folgenden nur die herausheben, welche am häufigsten angewandt werden. Wer mit dem Mikroskope arbeitet, wird häufig zu ganz speciellen Untersuchungen ganz specielle Geräthschaften nöthig haben, die er sich am besten nach seinem Bedürfnisse abändern lässt oder ganz neu erfinden muss.

Da der Zweck und die Einrichtung dieser Geräthschaften so sehr verschieden ist, so ist es schwer, bei ihrer Beschreibung eine passende Ordnung zu befolgen; doch wollen wir sie der leichteren Uebersicht wegen in folgende Gruppen bringen:

1. Geräthschaften, welche dienen, den zu untersuchenden Gegenstand aufzunehmen, zu befestigen und bequem unter dem Mikroskope zu handhaben.

2. Vorrichtungen zu gewissen Untersuchungen, welche von den gewöhnlichen abweichen und eigene Veranstaltungen fordern.

3. Instrumente zum Zeichnen der unter dem Mikroskop befindlichen Gegenstände.

4. Instrumente zum Messen dieser Gegenstände und zur Bestimmung der Vergrösserungen eines Mikroskopes.

5. Geräthschaften, um die Objecte zur mikroskopischen Untersuchung gehörig vorzubereiten.

1. Geräthschaften, um den zu untersuchenden Gegenstand aufzunehmen, zu befestigen und bequem unter dem Mikroskope handzuhaben.

Zur Aufnahme der Gegenstände, vorzüglich wenn sie bei durchfallendem Lichte betrachtet werden sollen, dienen in der Regel längliche Platten von reinem Glase, 2—3 Zolle lang, 6—9 Linien breit und $\frac{1}{2}$—1 Linie dick: ihre beiden Flächen sind ebengeschliffen und auch ihre Ränder durch Schleifen etwas abgerundet. Es ist nicht absolut nothwendig, dass diese Gläser vollkommen farblos seien, — ein geringer Stich ins *Grünliche* oder Röthliche macht bei ihrer Dünne wenig aus — dagegen muss ihre Masse gleich sein, ohne Streifen, Bläschen oder Unreinigkeiten, ihre Oberflächen so ziemlich parallel und eben, ohne Erhöhungen und Vertiefungen. Deshalb kann man gewöhnliches, an seinen beiden Oberflächen nicht zugeschliffenes Fensterglas nicht wohl zu diesem Zwecke gebrauchen, da es auf seiner Oberfläche fast immer kleine Vertiefungen und Erhöhungen, Bläschen u. dgl. besitzt. Auch die Objectgläser, welche den französischen Mikroskopen beigegeben werden, sind aus einem anderen Grunde weniger empfehlenswerth. Die Optiker schneiden sie nämlich, um der Mühe des Selbstschleifens überhoben zu sein, aus dünnen Spiegelgläsern, die in den Fabriken mit Schmirgel (Eisenoxyd) geschliffen worden sind. Kleine Parthieen dieses Eisenoxydes bleiben in den Vertiefungen des Glases hängen und bilden mikroskopische gelbliche oder röthliche Flecken, welche von minder Geübten häufig für Theile des untersuchten Gegenstandes gehalten werden, vorzüglich wenn dieser eine Flüssigkeit ist. Man kann diese Flecken durch verdünnte Chlorwasserstoffsäure auflösen und wegbringen. Wer indess seine Objectgläser einmal kennt, der wird durch sie nicht mehr getäuscht; daher möchte ich Jedem anrathen, ehe er zu

eigenen mikroskopischen Untersuchungen schreitet, erst seine Objectgläser allein unter dem Mikroskope zu untersuchen, ob sie auch frei von Unreinigkeiten sind.

Die Schiek'schen Objectgläser sind von diesem Uebelstande ganz frei; nur wäre zu wünschen, dass sie zu Untersuchungen grösserer Mengen von Flüssigkeiten u. dgl. um 1—2 Linien breiter sein möchten.

Runde oder viereckige Objectgläser sind zum gewöhnlichen Gebrauche nicht bequem: eine längliche Form in den oben angegebenen Dimensionen ist die passendste und lässt sich am leichtesten unter dem Mikroskope handhaben.

Für grössere Gegenstände bedient man sich einer grösseren Platte von dickerem Glase, von 4—6 Quadr. Zoll Oberfläche, $1\frac{1}{2}$—2 Linien dick. Sie muss ähnlich beschaffen sein, wie die erwähnten dünneren Glasplättchen, soll ebene, parallele Oberflächen haben und ohne Unreinigkeiten sein. Da sie eine grössere Dicke hat, ist es auch nothwendig, dass sie von farblosem Glase sei. Diese Platte dient vorzüglich für anatomische Untersuchungen, wobei man unter dem Mikroskope präpariren will.

Für opake Gegenstände hat man eine Platte von Ebenholz. Noch besser ist eine Platte von undurchsichtigem schwarzen Glase von einigen Quadratzollen Oberfläche, da sie sich leichter reinigen lässt und nicht so leicht von Flüssigkeiten oder chemischen Reagentien verdorben wird, als eine Holzplatte.

Um kleine Mengen von Flüssigkeiten, einen Tropfen und weniger, zu untersuchen, dienen die gewöhnlichen Objectgläser. Ausgehöhlte Gläser und Uhrgläser sind nur bei den allerschwächsten Vergrösserungen brauchbar, da sie nicht fest genug stehen und überdies ihr Focus wegen ihrer Krümmung nicht immer derselbe bleibt. Oberhäuser hat statt derselben zur Aufnahme grösserer Mengen von Flüssigkeiten einen Apparat verfertigt, der sich durch grosse Einfachheit und Zweckmässigkeit auszeichnet. Eine Glasröhre mit dicken Wänden, von 3—6 Linien Oeffnung wird in Ringe von 1—2 Linien

Höhe zerschnitten, diese werden auf beiden Seiten ebengeschliffen und mit Firniss auf ein gewöhnliches Objectglas wasserdicht aufgeleimt (Fig. 18. auf T. II. stellt einen solchen Apparat von oben gesehen dar). Er dient zur Aufnahme aller Flüssigkeiten, welche den Firniss nicht angreifen, namentlich zur Beobachtung von Infusorien, darf aber nicht erhitzt werden, weil dann der Firniss schmelzen würde.

Bei vielen Untersuchungen, namentlich von Flüssigkeiten, ist es vortheilhaft, den auf dem Objectglase liegenden Gegenstand zu bedecken. Man nimmt zu solchen Bedeckungsplättchen ein dünnes Glasplättchen von runder oder viereckiger Gestalt, oder auch ein dünnes Blättchen von farblosem Glimmer. Schiek und Oberhäuser geben ihren Mikroskopen solche Bedeckungsplättchen bei; der letztere lässt sie auf Verlangen so dünn schleifen als ein Mohnblättchen. Solche ganz dünne Glasplättchen sind zu Untersuchungen mit ganz starken Vergrösserungen, wo das Objectiv des Mikroskopes den Gegenstand fast berührt, allein brauchbar, aber sie sind auch sehr zerbrechlich.

Um kleine Thiere, Läuse, Flöhe, Krämilben u. dgl. unter dem Mikroskope beobachten und ihren Bewegungen folgen zu können, dient die Thierbüchse (*live box* der Engländer). Sie besteht aus einem etwa 4 Linien hohen Ring von Metall, der in der Mitte auseinander geschraubt werden kann; der untere Theil desselben hat einen Falz, in welchen ein planconcaves Glas mit der concaven Seite nach oben eingelegt wird. Auf dieses concave Glas wird ein dünnes Planglas gelegt und durch einen Falz des oberen Theiles des Ringes, der nun aufgeschraubt wird, festgehalten. In den Raum zwischen dem planconcaven und dem Planglas wird das Thier eingesperrt und kann sich innerhalb seines Gefängnisses frei bewegen. Man bringt die Thierbüchse auf den Objecttisch, so dass ihre Mitte mit der Oeffnung des letzteren zusammenfällt. Diese Thierbüchse dient nur für schwache Vergrösserungen und nicht für Wasserinsecten, da sie nicht wasserdicht ist.

Für letztere befinden sich bei den englischen Mikroskopen eigene Apparate (*aquatic live-boxes*). Diese haben eine ähnliche Construction, nur sind hier die Gläser wasserdicht eingekittet, der ganze Apparat eingeölt u. dgl.

Bisweilen ist es wünschenswerth, einen zu untersuchenden Gegenstand von allen Seiten betrachten zu können, vorzüglich bei botanischen und zootomischen Untersuchungen. Hiezu dient der Pincetten-Nadelapparat (T. II. Fig. 12). Er besteht aus einer dünnen Stahlstange, welche sich auf der einen Seite in eine Pincette, auf der anderen in eine Nadel endigt. Diese Stange steckt in einer Hülse und kann in dieser sowohl um ihre Achse gedreht, als auch horizontal verschoben werden. Die Hülse ist an ein Kugelgelenk befestigt, welches eine Bewegung nach jeder Richtung zulässt. Das Kugelgelenk befindet sich an einer horizontalen Stange, die an ihrem Ende einen Zapfen trägt, welcher in den Objecttisch gesteckt wird. Man steckt das Object an die Nadel oder klemmt es in die Pincette und kann es von allen Seiten betrachten, indem man das Instrument unter dem Mikroskope nach jeder beliebigen Richtung dreht.

Für sehr kleine Gegenstände, die man bei stärkerer Vergrösserung untersuchen will, kann diese Einrichtung mit der dunklen Büchse (*black ground box*) der Engländer verbunden werden. Es ist dies eine Art Büchse, inwendig geschwärzt, in welche der an der Nadel oder Pincette befestigte Gegenstand gebracht wird, um alles fremde Licht abzuhalten, während ein auf die Büchse gestelltes Lieberkühn'sches Spiegelchen ihn beleuchtet.

Für botanische und zootomische Dissectionen unter dem Mikroskop kann man den Gegenstand auf eine Korkplatte legen, um ihn leichter mit Nadeln ausspannen zu können, oder man gebraucht zu diesem Zwecke eine Platte von schwarzem Wachse (man bereitet sie, indem man geschmolzenes Wachs mit Kienruss vermischt). Will man die Dissection, wie es häufig nothwendig ist, unter Wasser vornehmen, so giesst man am

besten ein Näpfchen von Glas oder Porzellan, ein flaches Schälchen, wie man sie zum Einreiben der Tusche gebraucht, am Boden mit schwarzem Wachse aus und befestigt dieses Gefäss auf dem Objecttisch.

Alle diese Geräthschaften dienen, um das Object aufzunehmen. In der Regel wird die Platte von Glas, Wachs, Kork etc., welche den Gegenstand trägt, ohne Weiteres auf den Objecttisch gelegt und braucht keine besondere Befestigung. Doch ist letzteres nöthig, wenn man dem Objecttisch eine andere Stellung giebt, als die horizontale, oder wenn man denselben Theil des Objectes längere Zeit unverrückt beobachten will. In diesen Fällen muss der Objectträger eigens befestigt werden. Bei den Mikroskopen, deren Objecttisch aus zwei durch Federn aneinander angedrückten Platten besteht, geschieht dies dadurch, dass man den Objectträger zwischen die beiden Platten des Objecttisches schiebt, welche ihn hinlänglich fest in derselben Stellung erhalten.

Bei den Mikroskopen, deren Objecttisch aus einer einfachen Platte besteht, hat man eigene Halter des Objectträgers. Diese bestehen (T. II. Fig. 17) aus einer hufeisenförmigen Metallplatte, von deren mittlerem Theile zwei Metallstifte (*a* und *b*) ausgehen, die in zwei entsprechende Löcher des Objecttisches passen. Werden diese beiden Stifte in die erwähnten Löcher eingesteckt, so klemmen die beiden Seitenbranchen des Halters den Objectträger fest an den Objecttisch.

Um den Objectträger und mit ihm die verschiedenen Theile des Objectes durch das Gesichtsfeld zu führen, braucht man in der Regel die Hände. Sie sind für den geübten Beobachter und wenn derselbe ruhige Hände hat, das beste Werkzeug. Um indessen dieses Vorrücken durch das Gesichtsfeld gleichmässig und sicher zu machen, hat man eigene Einrichtungen, die man beweglichen Objecttisch und beweglichen Objectträger (*Chariot* der Franzosen) nennt. Beim beweglichen Objecttisch lässt sich die obere Platte des Tisches auf der unteren in allen möglichen Richtungen horizontal verschieben. Diese Verschie-

bung wird durch zwei feine Schrauben bewirkt, von denen die eine für sich den Gegenstand von links nach rechts und umgekehrt, die andere von vorn nach hinten und *vice versa* durch das Gesichtsfeld führt. Beide Schrauben zugleich in Bewegung gesetzt, bewirken, dass das Object in schiefer Richtung vorrückt. Eine wesentliche Verbesserung dieses Apparates besteht darin, dass die beiden Schrauben sich nahe aneinander und auf derselben Seite befinden. Diese Einrichtung gewährt den Vortheil, dass man nur eine Hand nöthig hat, um alle wünschenswerthen Bewegungen auszuführen.

Der bewegliche Objectträger hat ganz dieselbe Einrichtung wie der bewegliche Objecttisch. Er unterscheidet sich nur darin von diesem, dass er ein selbstständiges Ganze bildet und nach Belieben vom Objecttisch abgenommen werden kann. Er besteht gleichfalls aus zwei Metallplatten, von denen die untere in ihrer Mitte durchbrochen ist, so dass sie eine Art Rahmen bildet; die obere Platte trägt gewöhnlich in ihrer runden Oeffnung in einem Falz ein Planglas, auf welches das Object gelegt wird. Durch zwei Schrauben kann die obere Platte auf der unteren in allen Richtungen horizontal bewegt werden.

Ich will hier noch einige Apparate anführen, die vielleicht ebenso gut unter Abtheilung 5 beschrieben werden könnten, die aber doch mit den eben angeführten einige Aehnlichkeit haben. Sie sind der mikroskopische Roller und der mikrotomische Quetscher.

Der Roller besteht aus einer Messingplatte, welche in der Mitte eine Oeffnung hat, die in einem Falz das Objectglas aufnimmt. Eine zweite dünne Glasplatte, in einem metallenen Rahmen eingefasst, kann durch eine Schraube so vorwärts bewegt werden, dass sie sanft über den Objectträger hingleitet und das Object mit sich fortrollt. Durch eine Feder wird die obere Glasplatte zurückgestossen, sobald die Hand des Beobachters die Schraube verlässt. Beim Gebrauch wird der Roller natürlich auf den Objecttisch gelegt.

Dieses Instrument hat Mandl angegeben [1]; es soll dienen, um einen Gegenstand so zu rollen, dass man ihn von allen Seiten beobachten kann; um sich ferner zu überzeugen, ob eine Linie, die man zu sehen glaubt, wirklich vorhanden, oder nur eine Folge der Diffraction ist, in welchem letzteren Falle sie durch das Rollen des Objectes verschwinden wird (dies kommt namentlich in Betracht, wenn man unter dem Mikroskop sich überzeugen will, ob eine Membran nur aus einer oder aus mehreren Lagen besteht); um namentlich thierische Gewebe zu falten oder in ihnen vorhandene Falten wegzuschaffen, endlich um die Elasticität und Cohäsion eines Gegenstandes kennen zu lernen. Damit das Experiment gelinge, darf man dem Gegenstand nicht allzuviel Wasser zusetzen. Mandl rühmt dies Instrument als sehr nützlich zur Untersuchung thierischer Theile; ich habe aus eigener Erfahrung kein Urtheil über seine Brauchbarkeit.

Der mikrotomische Quetscher oder das Compressorium dient, um einen Gegenstand unter dem Mikroskope unter den Augen des Beobachters zusammenzupressen oder zu quetschen, wozu man verschiedene Gründe haben kann.

Wir haben zwei Arten des Quetschers, das Compressorium von Schiek und das Compressorium von Purkinje.

1. Das Schiek'sche Compressorium (T. II. Fig. 21) besteht aus einer viereckigen Platte von Messing *A*, welche in ihrer Mitte eine runde Oeffnung hat. In einen Falz dieser Oeffnung wird ein ziemlich starkes rundes Planglas eingelegt und darauf das Object gebracht. An der einen Ecke der Metallplatte findet sich eine kleinere, etwas längliche Platte, *b*, welche an ihrem einen Ende durch einen Zapfen so an die Hauptplatte befestigt ist, dass sie horizontal in jeder Richtung gedreht werden kann. Unmittelbar über ihrem Befestigungspunct an die untere Platte trägt sie ein zweites etwas längeres Metallstück *c*, welches durch ein Charniergelenk so an *b* be-

1 *L'institut, sixième année, Nro.* 231., 31. *Mai* 1838.

festigt ist, dass mittelst einer Schraube *d*, welche sich auf die Platte *b* stüzt, das gegen *f* gerichtete Ende von *c* etwas erhoben und gesenkt werden kann. Bei *e* endigt sich das Stück *c* gabelförmig und trägt an dieser Gabel einen beweglichen Ring *f*, welcher unten einen Falz hat, in den ein rundes Planglas durch etwas Wachs befestigt wird. Man sieht sogleich ein, dass das Instrument den Zweck hat, mittelst der Schraube *d*, welche auf das Stück *c* wie auf einen Hebel wirkt, das obere Glas gegen das untere anzudrücken und dadurch den zwischen beiden befindlichen Gegenstand zu pressen oder zu quetschen. Beim Gebrauch verfährt man auf folgende Weise. Ist das Instrument, wie gewöhnlich, geschlossen (so wie es Fig. 21 zeigt), so entfernt man durch Drehen der Schraube von links nach rechts den Ring vom Objectglas und dreht den ganzen Hebelapparat *b*, *c*, *d*, *e*, *f* auf die Seite, so dass das Objectglas frei wird. Man bringt den Gegenstand auf letzteres, dreht den Hebelapparat wieder so, dass das obere mit Wachs an den Ring befestigte Glas auf das untere Objectglas zu stehen kommt, legt nun erst den Quetscher auf den Objecttisch, stellt das Mikroskop in den Focus und comprimirt das Object nach Bedürfniss durch Drehen der Schraube *d* von rechts nach links.

2. Das Compressorium von Purkinje. Dieses Instrument ist noch viel zusammengesetzter als das oben beschriebene von Schiek, so dass ich darauf verzichten muss, meinen Lesern ohne viele Abbildungen einen deutlichen Begriff von der Einrichtung und allen einzelnen Theilen desselben zu geben [1]. Sein Unterschied vom Schiek'schen Compressorium besteht hauptsächlich darin, dass die Zusammendrückung nicht wie dort durch eine hebelartig aus der Ferne wirkende Kraft hervorgebracht wird, sondern dass die beiden Glasplatten, zwischen welche das Object zu liegen kommt, unmittelbar in eine hohle Schraube

1 Eine detaillirte Beschreibung dieses Instrumentes vom Erfinder selbst mit mehreren Abbildungen findet man in Müller's Archiv f. Physiologie. 1834. S. 385 ff.

eingeschlossen sind und durch das Zuschrauben derselben aneinandergedrückt werden.

Ich begnüge mich, für diejenigen, welche dieses Instrument besitzen, eine kurze Anleitung zu seinem Gebrauche zu geben. Man schraubt den Quetscher zuerst auf, so dass sich die beiden Glasplatten von einander entfernen, öffnet ihn dann, indem man den oberen, die Schraube bildenden Theil an dem Säulchen, an dem er beweglich ist, herumdreht, so dass das obere Glas auf die Seite geschoben und das untere frei wird. Nun legt man den Gegenstand (gewöhnlich mit etwas Wasser u. dgl. verdünnt oder benetzt) auf das untere Objectglas, schliesst den Quetscher, so dass das obere Glas wieder über das untere zu stehen kommt und nähert die beiden Gläser einander mittelst der Schraube so weit, dass der Gegenstand festgehalten wird. Jetzt erst bringt man den Quetscher auf den Objecttisch, regulirt das Mikroskop und comprimirt nach dem Bedürfniss den Gegenstand, indem man mit der einen Hand den Quetscher hält, mit der anderen aber die Schraube in Bewegung setzt und dadurch die beiden Gläser einander nähert. Man kann nach Bedürfniss den Quetscher auch umdrehen und so den Gegenstand von seiner unteren Seite betrachten. — In Bezug auf die Anfertigung solcher Instrumente muss ich noch beifügen, dass es wünschenswerth ist, den Durchmesser der hohlen Schraube recht gross zu machen, weil man dadurch ein grösseres Gesichtsfeld bekommt.

Der mikrotomische Quetscher überhaupt hat eine ziemlich ausgebreitete Anwendung bei mikroskopischen Untersuchungen; er dient:

1. um weiche, durchsichtige Theile allmählich zusammenzudrücken, ihre Härte, Elasticität, Zusammenhang, innere Beschaffenheit und die Structur ihrer Elementartheile kennen zu lernen;

2. um leicht bewegliche Gegenstände, z. B. Infusorien zu fixiren. Doch muss man in diesem Fall sehr vorsichtig sein, um die Thiere nicht zu zerdrücken;

3. um gekrümmte Oberflächen gerade zu richten, und alle Gegenstände oder alle Theile eines grösseren Objectes in einen Focus zu bringen;

4. um eine grosse Menge kleiner Gegenstände, welche sich zu gleicher Zeit im Gesichtsfelde des Mikroskopes befinden, zu zertheilen, von einander zu entfernen, sie zu isoliren und so die einzelnen leichter beobachten zu können.

Die unter 2—4 angeführten Vortheile erreicht man indessen ebensogut durch einfache Bedeckung des Objectes mit einem Glasplättchen, wobei man nicht Gefahr läuft, die Gegenstände durch allzustarken Druck zu zerstören. — Beim Gebrauche des Quetschers muss man darauf sehen, dass das Object nicht zu hart ist, dass dasselbe oder die zur Verdünnung dienende Flüssigkeit keine festen Theile, wie Sandkörnchen u. dgl. enthält, weil sonst bei einem einigermaassen starken Druck das obere Glas des Quetschers unfehlbar zersprengt wird.

Vergleicht man die beiden beschriebenen Arten des Quetschers mit einander, so ergeben sich für jede derselben folgende Vortheile und Nachtheile:

Das Schiek'sche Compressorium ist einfacher, billiger und leichter handzuhaben, aber der Druck ist bei ihm nicht vollkommen gleichmässig und die Gegenstände entweichen leicht, namentlich wenn sie gross, hart und elastisch sind. Beim Quetscher von Purkinje, wiewohl er complicirter und theurer ist, wirkt der Druck mehr parallel und vollkommen gleichmässig; letzteres Instrument verdient daher in den meisten Fällen den Vorzug vor ersterem, ja es ist häufig allein brauchbar, namentlich bei botanischen und anatomischen Untersuchungen.

2. Vorrichtungen zu gewissen Untersuchungen, welche von den gewöhnlichen abweichen und eigene Veranstaltungen fordern.

Gewisse mikroskopische Untersuchungen fordern eigene Veranstaltungen und Vorrichtungen, wodurch sie überhaupt erst möglich oder wenigstens bedeutend erleichtert werden. Diese Vorrichtungen sind entweder am Mikroskope selbst angebracht,

oder beziehen sich nur auf dessen Zubehör. Wir beschreiben hier nur die wichtigsten und am häufigsten vorkommenden Apparate der Art.

Bei manchen Untersuchungen, vorzüglich den chemischen, steigen Dämpfe auf, welche die Objectivgläser des Mikroskopes oder deren Fassung beschädigen. Dies ist vorzüglich der Fall, wenn man mit scharfen flüchtigen Stoffen, wie Salpetersäure, Essigsäure u. dgl. experimentirt. Um das Mikroskop gegen diese zu schützen, dient der Stiefel.

Dieser besteht gewöhnlich aus einer dünnen Glasglocke (T. II. Fig. 13. *b*), welche an ihrem oberen freien Rande in einen Ring von Messing (*a*) gefasst ist. Dieser Ring kann an den unteren Theil der Hülse des Mikroskopes geschraubt oder gesteckt werden, indem im letzteren Falle die Reibung ihn festhält. Er schüzt das Objectiv, dessen unterer Rand fest auf ihm aufliegen muss. Die Glasglocke, welche den Haupttheil des Stiefels bildet, muss sehr dünn sein, damit man die Objectivlinsen dem Gegenstande hinreichend nähern kann, und parallele Oberflächen haben.

Bei den englischen Mikroskopen besteht dieser Stiefel (T. II. Fig. 14), aus einem Conus von Metall, der unten durch ein Planglas verschlossen ist und auf die angegebene Weise an das Objectiv befestigt wird. Diese Vorrichtung kann auch gebraucht werden, um den Objectivtheil des Mikroskopes ohne Schaden in eine Flüssigkeit einzutauchen, z. B. in ein Gefäss mit Wasser, welches Infusorien oder Wasserinsecten enthält.

Um im letzteren Falle auch horizontal beobachten zu können, dient der Stiefel mit seitlicher Oeffnung (*diagonal boot.* — T. II. Fig 15). Hier ist der Stiefel unten geschlossen und seine mit einem Planglase versehene Oeffnung *a* befindet sich an der Seite. Ein ebener Spiegel, oder ein rechtwinkliges Glasprisma *b*, dessen Hypothenuse mit dem Horizont einen Winkel von 45° macht, wirft das Bild des Gegenstandes der Objectivlinse zu.

Für chemische Untersuchungen hat das Universalmikroskop von Chevalier sehr viele Vorzüge. Dieses kann nämlich so gestellt werden (T. II. Fig. 6), dass der Körper des Mikroskopes und die Objectivlinsen unter dem Objecttisch zu stehen kommen. Man kann in dieser Stellung des Mikroskopes alle möglichen chemischen Experimente auf dem Objecttisch vornehmen, ohne dass die Dämpfe etc. die Objectivlinsen beschädigen oder selbst beschlagen können. Sie können höchstens den Spiegel treffen, der leichter zu reinigen und nöthigenfalls auch leichter zu ersetzen ist als die Objectivlinsen. Bei diesem Mikroskope kann man überdies den gewöhnlichen Objecttisch durch einen anderen ersetzen, der an seinen beiden Enden zwei Spirituslampen unter sich hat (Chevalier's pyrochemischer Apparat — T. II. Fig. 6. *E. f. f*), wodurch er erhitzt werden kann. Man kann auf diese Weise unter oder hier vielmehr über dem Mikroskope kochen, abdampfen, schmelzen, selbst glühen, ohne dass man eine Beschädigung des Instrumentes selbst zu befürchten hat.

Solchen, welche sich viel mit chemischen Untersuchungen unter dem Mikroskope beschäftigen und doch kein Instrument mit der beschriebenen Einrichtung besitzen, ist anzurathen, dass sie sich von den stärksten Objectivlinsen, die am leichtesten beschädigt werden, zwei Exemplare vorräthig halten, um im Fall der Beschädigung der einen noch eine Reservelinse zu haben.

Für elektrochemische Experimente unter dem Mikroskop dient ein eigner elektrochemischer Apparat, den Chevalier auf Verlangen seinen Instrumenten beigiebt. Er besteht in einer durchbohrten Platte, welche auf den Objecttisch gelegt wird; sie trägt an ihren Enden zwei Säulchen, an welche zwei Hülsen mittelst Kugelgelenken allseitig beweglich befestigt sind. Diese Hülsen nehmen zwei durchbohrte Glasstäbe auf, in welche zwei Platindrähte eingekittet sind, die man mit den beiden Polen einer galvanischen Säule in Verbindung setzt.

Um die Erscheinungen bei der Polarisation des Lichtes unter dem Mikroskop zu studiren, dient ein Polarisationsap-

parat, welchen Chevalier seinen Mikroskopen angepasst hat. Er besteht aus zwei Prismen von Nicol (so genannt nach ihrem Erfinder Richard Nicol aus Edinburg), von denen das eine die Objectivlinse trägt, das andere am Objecttisch unter dem zu untersuchenden Gegenstand angebracht ist. Man dreht das untere Prisma um seine Achse, wenn man die Erscheinungen der Polarisation hervorrufen will.

Oft wünscht man ganze Thiere unter das Mikroskop zu bringen, wie Frösche, Hunde, Kaninchen etc., um an ihnen Beobachtungen zu machen. Dazu sind mancherlei Vorrichtungen nöthig, um die Thiere festzubinden, die Theile, welche man untersuchen will, auszuspannen und festzuhalten. Diese Vorrichtungen müssen verschieden sein nach der Grösse und Gestalt des Mikroskopes und des Thieres, überhaupt nach der Individualität des Falles; das Meiste muss daher bei solchen Einrichtungen dem Erfindungsgeiste des Beobachters überlassen bleiben.

Wir werden später, wo von der Beobachtung des Kreislaufes u. dgl. die Rede sein wird, hierauf zurückkommen, und ich begnüge mich hier, die Beschreibung eines Apparates mitzutheilen, den R. Wagner ausführen liess und der zunächst dazu bestimmt ist, den Kreislauf an der Schwimmhaut der Froschfüsse zu beobachten, der aber auch in anderen Fällen von Beobachtungen an lebenden Thieren brauchbar ist. Der Apparat besteht in einem leichten Tischchen von Holz mit vier Füssen, welches so hoch ist, dass seine Platte gerade auf den Objecttisch zu liegen kommt. Die Platte des Tisches besteht aus einem Rahmen mit einem Falz an seiner inneren Seite, in welchen ein dünnes Brettchen von weichem Holze eingeschoben wird. Der Rahmen hat auf beiden Seiten eine Menge senkrechter Löcher von der Dicke einer Rabenfeder; das Brettchen zum Einschieben hat ebenfalls mehrere runde Löcher von verschiedener Grösse, von 2—10 Linien im Dchm., deren Mitte in einer und derselben Linie liegt, so dass jedes gerade über die Oeffnung des Objecttisches gestellt werden kann. Man hat am besten mehrere solche Brett-

chen mit mehr oder weniger Löchern von verschiedener Grösse. Die kleinen Löcher am Rahmen dienen, das Thier festzubinden, indem man Schnüre durch sie hindurchführt; die grösseren Löcher haben den Zweck, den durchsichtigen Theil, welchen man untersuchen will, darüber auszuspannen.

3. Instrumente zum Nachzeichnen mikroskopischer Objecte.

Für den geübten Zeichner hat es natürlich keine grössere Schwierigkeit, durch das Mikroskop vergrösserte Gegenstände zu zeichnen, als solche, die er mit freiem Auge sieht. Um aber auch weniger im Zeichnen Geübten die Nachbildung mikroskopischer Objecte zu erleichtern, hat man gewisse Vorrichtungen, ähnlich wie die *Camera obscura* und *Camera lucida* auch Ungeübten das Aufnehmen von Landschaften, Gebäuden etc. möglich machen.

Wir wollen erst die Principien darlegen, worauf das Nachzeichnen mikroskopischer Gegenstände beruht.

Hält man einen Gegenstand, z. B. eine Zeichnung, ein bedrucktes Blatt Papier so weit vom Auge, dass seine Entfernung mehr beträgt als die gewöhnliche Sehweite (8—10 Zoll) und bringt dann einen kleinen undurchsichtigen Gegenstand, z. B. einen Finger, eine Visitenkarte zwischen das Papier und die Augen, so das der Finger ungefähr in der Sehweite der Augen steht, so sieht man den entfernten Gegenstand durch den näheren hindurch: man kann z. B. durch den Finger hindurch die Schrift lesen, nicht anders als wenn jener aus Glas oder einer anderen durchsichtigen Materie bestände. Ganz dasselbe ist der Fall, wenn der weitere Gegenstand sehr weit vom Auge entfernt ist; man sieht ohne Mühe einen entfernten Baum, ein Haus, einen Thurm durch eine Visitenkarte hindurch, die man 6—10 Zoll vom Auge entfernt vor jene Gegenstände hält. Diese Erscheinung wird gewöhnlich Doppeltsehen (*double vue*) genannt. Wir unterlassen hier jeden Versuch, sie zu erklären und begnügen uns mit der Thatsache, von der sich Jedermann leicht überzeugen kann. Die Erscheinung selbst lässt

sich auf verschiedene Weise modificiren und benützen. Ist der dem Auge nähere Gegenstand ein kleines Stück Papier, eine Visitenkarte, so kann man mit einiger Uebung auf ihr eine Zeichnung des hinteren Gegenstandes entwerfen, ganz so wie man ein Gemälde auf durchsichtigem Pflanzenpapier durchzeichnet. Ist der entferntere Gegenstand ein Blatt Papier, so kann man auf diesem auf ganz ähnliche Weise eine Zeichnung des näher liegenden Gegenstandes entwerfen. Man wird bei einiger Uebung sich die zu solchen Zeichnungen nöthige Geschicklichkeit leicht erwerben und hat nur hauptsächlich darauf zu sehen, dass die Stellung der Augen (man muss beide Augen offen haben und darf nicht etwa das eine zudrücken) und der beiden Gegenstände während des Zeichnens unverrückt dieselbe sei. Vergleicht man die Nachbildung mit dem Original, so wird man finden, dass im ersten Falle, wo das Papier, auf dem man zeichnete, dem Auge näher stand als der abzuzeichnende Gegenstand, die Nachbildung kleiner, im zweiten Falle aber, wo das Papier weiter entfernt ist als der Gegenstand, die Nachbildung grösser ist als das Original. Der Durchmesser des Originales verhält sich aber zu dem der Nachbildung, wie die Entfernung des ersteren vom Auge zu der des letzteren, eine Thatsache, die sich aus dem ersten Grundsatz der Perspective (vgl. Einleitung §. 1.) von selbst versteht.

Mit Benutzung dieser Thatsachen kann man mikroskopische Gegenstände ohne alle weitere Vorrichtung zeichnen. Man braucht nur ein Blatt Papier auf den Tisch unmittelbar neben den Fuss des (verticalen) Mikroskopes hinzulegen, und wird nach einigen Hin- und Herprobiren bald finden, wenn man mit dem einen Auge das Bild im Mikroskope, mit dem anderen das Blatt Papier fixirt, dass das Bild des Gegenstandes auf dem Papiere erscheint. Durch einige Uebung verschafft man sich leicht die Fertigkeit, das Bild des Objectes mit einem Bleistifte zu umreissen. Diese Methode des Nachzeichnens mikroskopischer Gegenstände hat aber manche Unbequemlichkeiten und strengt namentlich die Augen sehr an. Man hat deshalb eigene

Vorrichtungen erfunden, um sich die Sache zu erleichtern und bequemer zu machen.

Wir wollen diese der Reihe nach betrachten: Sie sind: 1. das Sömmerring'sche Spiegelchen. 2. Das englische Prisma mit zwei parallelen Oberflächen. 3. Das durchbohrte Spiegelchen. 4. Die *Camera lucida* von Wollaston.

Das Sömmerring'sche Spiegelchen (T. II. Fig. 23) besteht aus einer runden Metallplatte mit polirten Flächen (*c*), welche höchstens 2 — 3 Linien im Durchmesser hat und an einen dünnen Stiel befestigt ist (*d*). Dieser Stiel steckt beweglich in einer verticalen Hülse (*b*), welche selbst wieder an das Ende einer horizontalen Metallstange (*a*) gesteckt wird, die mit ihrem anderen Ende an das Ocular (*A*) des Mikroskopes befestigt ist. Man steckt dieses Ocular mit dem Spiegelchen an das horizontale Mikroskop (T. II. Fig. 1), dreht das Spiegelchen mittelst des Griffes *d* so, dass sein Mittelpunct mit der Sehachse zusammentrifft und seine nach oben und zugleich nach der Oberfläche des Ocularglases gewendete polirte Fläche mit dem Horizont einen Winkel von 45° macht. Sieht nun das Auge von oben herunter auf die Fläche des Spiegelchens, so erblickt es in ihm ein Bild des Gegenstandes. Legt man unter das Spiegelchen auf den Tisch ein Blatt Papier, so erscheint das Bild auf dem Papiere und kann mit dem Bleistift nachgezeichnet werden.

Ganz ähnlich wirkt das (bei den englischen Mikroskopen von Pritchard angewandte) Prisma mit parallelen Flächen (T. II. Fig. 24). Es wird ganz wie das Sömmerring'sche Spiegelchen so an das Ocular eines horizontalen Mikroskopes befestigt, dass seine obere Fläche unter einem Winkel von 45 Graden gegen den Horizont geneigt ist. Diese schickt das Bild des Gegenstandes nach dem Auge in *O*, welches dasselbe auf ein darunter liegendes Blatt Papier (*C*) versetzt, wo es gezeichnet werden kann.

In beiden Fällen sieht das Auge nicht mehr das wirkliche Bild des Gegenstandes im Mikroskop, sondern das von der

Spiegelfläche reflectirte. Anders verhält es sich bei den beiden sogleich zu beschreibenden Instrumenten.

Die *Camera lucida* von Wollaston (T. II. Fig. 25) besteht in einem kleinen vierseitigen Glasprisma (*B*), welches wie das Prisma mit parallelen Oberflächen an das Ocular (*A*) befestigt ist. Seine beiden vom Ocular abgewandten Flächen (*a* und *b*) bilden einen rechten Winkel, die beiden anderen (*c* und *d*) stossen unter einem Winkel von 135° zusammen. Das Auge steht horizontal vor dem Ocular (in *O*) und sieht durch dasselbe den vergrösserten Gegenstand in der Richtung *O v* unmittelbar im Mikroskop. Zugleich fallen Strahlen des Papieres und Bleistiftes in *C* auf das Prisma. Diese werden von der Fläche *d* unter einem Winkel von $22\frac{1}{2}°$ nach der Fläche *c* gebrochen, von dieser wiederum reflectirt und gelangen endlich parallel mit den Strahlen, welche das Bild des Gegenstandes ausschickt, ins Auge. Man sieht also das Papier und die Hand, die den Bleistift führt, zugleich mit dem Bild des Gegenstandes in der Richtung *o' v'* im Mikroskop und kann das Object leicht mit dem Bleistifte nachzeichnen.

Auf denselben Principien beruht die Anwendung des durchbohrten Spiegelchens (vgl. T. II. Fig. 26 *A*). Ein runder metallener Spiegel hat in der Mitte eine kleine Oeffnung, er ist an einer schiefen Röhre auf einer metallenen Büchse, welche dem Deckel einer runden Schachtel ähnlich ist, unter einem Winkel von 45 Graden befestigt. Steckt man diese Büchse an das Ocular eines horizontalen Mikroskopes, so dass die Spiegelfläche nach unten gekehrt ist, so sieht das Auge in horizontaler Richtung durch die Oeffnung des Spiegels das wahre Bild des Objectes im Mikroskop und zugleich das vom Spiegel reflectirte Bild des Papieres und Bleistiftes, welche sich unter dem Mikroskop auf dem Tische befinden. Es kann also das vergrösserte Bild des Gegenstandes nachzeichnen.

Der Unterschied dieser beiden Instrumente von den vorher beschriebenen besteht also theoretisch darin, dass man beim durchbohrten Spiegelchen und der *Camera lucida* das wirkliche

Bild des Gegenstandes sieht, während Papier und Bleistift reflectirt werden; beim Sömmerring'schen Spiegelchen dagegen und dem Prisma mit parallelen Flächen sieht man Papier und Bleistift unmittelbar mit dem Auge und das Bild des Gegenstandes wird von der Spiegelfläche reflectirt. In der Praxis dagegen ist zwischen diesen verschiedenen Instrumenten kein grosser Unterschied und alle vier sind ziemlich gleich brauchbar.

Hat man ein horizontales Mikroskop oder beim verticalen Mikroskop ein gebrochenes Ocular mit Prisma (T. II. Fig. 9), so macht das Nachzeichnen mittelst eines dieser Apparate keine Schwierigkeiten. Man steckt das durchbohrte Spiegelchen (das einfachste und wohlfeilste dieser Instrumente), oder einen anderen der beschriebenen Apparate (die der grösseren Bequemlichkeit wegen am besten ein für allemal an ein eigens dazu bestimmtes Ocular befestigt sind), an das Mikroskop und legt das Papier zum Zeichnen unter das Mikroskop auf den Tisch hin. Bei einem verticalen Mikroskop ohne gebrochenes Prisma ist das Nachzeichnen unbequemer. Hier muss man entweder auf einen vertical stehenden Schirm zeichnen, der hinter das Mikroskop gestellt wird (T. II. Fig. 23. *B*), oder man muss, wenn das Papier horizontal auf dem Tische liegen soll, noch einen zweiten Spiegel zu Hülfe nehmen (T. II. Fig. 26. *D*), welcher, unter einem Winkel von 45° geneigt, das Bild des Papieres und Bleistiftes reflectirt.

Von einigen praktischen Vortheilen beim Gebrauch dieser Instrumente wird später die Rede sein (s. das Capitel „Vom Gebrauch des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes"); hier nur einige Worte über ihre Anwendung überhaupt.

Ein geübter Zeichner wird, wie bereits erwähnt, zur Nachbildung mikroskopischer Gegenstände wohl kaum dieser Hilfsmittel bedürfen; doch können sie auch ihm zum Entwerfen sehr complicirter Gegenstände, die aus vielen einzelnen Theilen bestehen, von Nutzen sein. Wesentlich nothwendig aber sind sie zum Zeichnen solcher Gegenstände, bei deren Nachbildung es auf absolute Genauigkeit ankommt, z. B. von mikroskopischen

Krystallen, deren Winkel man zu messen wünscht. Ueberdies haben die genannten Apparate noch eine andere sehr wichtige Anwendung, sie dienen nämlich um die Vergrösserung eines Mikroskopes und die wirkliche Grösse eines mikroskopischen Objectes zu bestimmen (s. den nächsten Abschnitt). Deshalb sollte jedes Mikroskop mit einem der beschriebenen Apparate versehen sein.

Soll die Grösse der Abbildung mit der scheinbaren Grösse des Gegenstandes, wie er dem Auge unter dem Mikroskope erscheint, übereinstimmen, so muss das Papier, auf welches man zeichnet, genau so weit vom Auge entfernt sein, als die Weite des deutlichen Sehens beträgt, also etwa 8 Zoll. Ist es weiter entfernt, so wird die Zeichnung grösser; daher werden Zeichnungen, die man beim verticalen Mikroskop mit Hilfe des durchbohrten Spiegelchens und des Planspiegels (wie T. II. Fig. 26) entwirft, gewöhnlich grösser als das Original, weil die Entfernung des Papieres vom Planspiegel (x) und die des Planspiegels vom durchbohrten Spiegel (y) zusammengenommen gewöhnlich mehr betragen muss als 8 Zoll, wenn man nicht im Zeichnen genirt sein will.

Von der Art und Weise, wie man mittelst des Daguerreotype genaue Nachbildungen mikroskopischer Gegenstände erhalten kann, wird beim Sonnenmikroskop die Rede sein; beim zusammengesetzten Mikroskop ist diese Methode bisher noch nicht angewandt worden, und lässt sich wohl auch ohne besondere Vorrichtungen nicht anwenden.

4. Instrumente zum Messen der Objecte und zur Bestimmung der Vergrösserung eines Mikroskopes.

Seit das Mikroskop nicht mehr allein zum Vergnügen dient, seit es aus einem Apparate zur Unterhaltung ein Hilfsmittel der Wissenschaft geworden ist, musste man das Bedürfniss fühlen, nicht blos die Gestalt und Anordnung mikroskopischer Objecte kennen zu lernen, sondern auch ihre Grösse genau zu bestimmen. Und in der That ist man durch die vereinten Bemühungen ausgezeichneter Optiker und Gelehrten dahin gekommen,

dass man den Durchmesser eines mikroskopischen Gegenstandes bis auf den tausendsten, ja den zweitausendsten Theil einer Linie vollkommen genau bestimmen kann. Man nennt diese Kunst Mikrometrie und Instrumente, welche zur Ausführung dieser Messungen dienen Mikrometer.

Man hat verschiedene Arten der Mikrometer, die sich zum Theil auf ganz verschiedene Principien gründen; wir wollen die wichtigeren hier alle aufführen.

Die einfachsten Mikrometer und diejenigen, welche allen übrigen zum Anhaltspuncte dienen, sind die Glasmikrometer. Es sind dies Glasplatten, ähnlich den zur Aufnahme der Objecte bestimmten, welche durch feine mit dem Diamant mit Hilfe einer Theilmaschine eingerizten Linien in viele gleiche Theile getheilt sind. Frauenhofer und Plössl verfertigen solche Glasmikrometer, auf welchen die Pariser Linie in 100, in 200 und mehr Theile eingetheilt ist. Diese Glasmikrometer sind entweder einfache, bei denen alle Linien mit einander parallel laufen (T. II. Fig. 20), oder doppelte (Netze), wo ausser den Parallellinien der ersteren noch andere Parallellinien senkrecht auf jene gezogen sind (T. II. Fig. 19), so dass das Glas in lauter gleiche Quadrate abgetheilt ist. Die letzteren sind natürlich theurer, die Linien springen an den Ecken viel leichter aus, sie nutzen sich also eher ab, und die vielen Linien verwirren; deshalb verdienen die einfachen in den meisten Fällen den Vorzug. Ein guter Glasmikrometer dieser Art, auf welchem die Linie etwa in 100 Theile getheilt ist, ist für jeden mikroskopischen Beobachter ein unentbehrliches Instrument.

Will man mit diesem Glasmikrometer, dessen Theilung bekannt sein muss, einen Gegenstand messen, so legt man ihn auf denselben (wobei die Theilung natürlich sich oben befinden und der Gegenstand auf der getheilten Stelle liegen muss) und bringt beide unter das Mikroskop. Man sieht nun zu gleicher Zeit den Gegenstand und die Theilung des Mikrometers und kann daraus die Grösse des Objectes bestimmen. Ist der Gegenstand z. B. ein Haar und bedeckt seine Breite 5 Theile des

Mikrometers, an dem die Linie in 100 Theile getheilt ist, so beträgt die Breite des Haares $\frac{5}{100} = \frac{1}{20}$ Linie. Diese Art zu messen ist sehr einfach, man erspart dabei alle Rechnungen und das Resultat ist sehr genau, sobald der Mikrometer richtig getheilt ist. Doch hat sie auch manche Unvollkommenheiten, von denen folgende die hauptsächlichsten sind:

1. Lässt sie sich nicht anwenden bei undurchsichtigen Gegenständen, weil diese die Theilung des Mikrometers verdecken.

2. Bei sehr starken Vergrösserungen ist der Focus des Gegenstandes und des Mikrometers, selbst wenn ersterer durchsichtig ist, nicht derselbe: stellt man den Gegenstand in den Focus, so sieht man den Mikrometer nicht mehr deutlich und umgekehrt.

3. Da diese Glasmikrometer selten feiner getheilt werden können als in zweihundert Theile die Linie, so kann man sehr kleine Gegenstände nicht mehr genau durch sie messen, sondern ist genöthigt, sie zu schätzen. So kann man die Grösse eines menschlichen Blutkörperchens, das $\frac{1}{400}'''$, die Dicke einer Primitivfaser des Zellgewebes, welche $\frac{1}{1500}'''$ im Durchmesser hat, nur dadurch bestimmen, dass man abschätzt, ob sie die Hälfte, oder den dritten, siebenten Theil u. s. w. einer Theilung des Mikrometers einnehmen.

4. Es ist sehr schwer, ja unmöglich, das Object so zu legen, dass seine Durchmesser genau mit der Theilung des Mikrometers coincidiren, dass z. B. ein Haar, dessen Breite man bestimmen will, genau mit der Theilung des Mikrometers parallel zu liegen kommt. Dies ist der Hauptgrund, warum man solche Glasmikrometer am Besten nur zur Bestimmung von Körperchen gebraucht, welche in Flüssigkeiten schweben und in diesen in grosser Menge vorhanden sind. Wenn man nämlich einen Tropfen Blut, Eiter, Milch etc. auf den Mikrometer bringt, kann man sicher sein, dass von den vielen tausend Körperchen, welche diese Flüssigkeiten enthalten, gewiss mehrere gerade auf die Theilung des Mikrometers zu liegen kommen.

5. Ein solcher Glasmikrometer leidet immer sehr beim Gebrauch, da man ihn nach jedesmaligem Gebrauch abwischen und reinigen muss, wodurch er bei aller Vorsicht gerizt, abgerieben und endlich unbrauchbar wird.

6. Endlich kann man nicht alle Gegenstände, welche man gerne messen möchte, auf den Glasmikrometer legen: für sehr grosse Gegenstände, für zootomische und botanische Untersuchungen, bei welchen man oft Theile messen möchte, ohne sie vom Ganzen zu trennen, ist er unbrauchbar.

Um diese Uebelstände zu beseitigen, hat man verschiedene Einrichtungen erdacht; bei den meisten von ihnen ist aber der einfache Glasmikrometer wenigstens als Controle nothwendig. Diese Apparate sind folgende:

1. Der Spitzenmikrometer. In einem Oculare sind nahe am Brennpuncte des Ocularglases einander gegenüber zwei in derselben Ebene liegende horizontale spitz zulaufende Metallstifte angebracht, welche die Wände des Oculares in einem rechten Winkel durchbohren und nach Belieben hineingeschoben oder herausgezogen werden können. Will man mit diesem Mikrometer den Durchmesser eines Gegenstandes bestimmen, so stellt man die beiden Spitzen so, dass sie die beiden Ränder des unter dem Mikroskope befindlichen Gegenstandes berühren und die Entfernung der beiden Spitzen dem Durchmesser des Gegenstandes gleich wird. Da das Ocular um seine Achse gedreht werden kann, so kann die Lage des Gegenstandes dieser Operation kein Hinderniss in den Weg legen. Man entfernt nun den Gegenstand und bringt an seine Stelle einen Glasmikrometer unter das Mikroskop. Die Menge der Theile des Mikrometers, welche zwischen die beiden Spitzen fallen, giebt den Durchmesser des Gegenstandes. Ist z. B. im Mikrometer die Linie in 100 Theile getheilt, und sind die beiden Spitzen $3\frac{1}{2}$ solcher Theile von einander entfernt, so beträgt der Durchmesser des Gegenstandes $\frac{7}{200} = \frac{1}{29}$ Linie. Diese Mikrometer sind bequem zur Messung opaker Gegenstände, doch sind sie für sehr kleine Objecte nicht scharf genug und ganz unbrauchbar, wenn

es sich darum handelt, den Durchmesser eines Gegenstandes zu bestimmen, der kleiner ist als $\frac{1}{500}$ Linie. Sie stehen der gleich zu beschreibenden Art in jeder Hinsicht nach.

2. Glasmikrometer im Ocular. Legt man den Glasmikrometer auf die bisher beschriebene Weise unter das Objectiv des Mikroskopes, so wird er ebenso vergrössert wie jeder andere Gegenstand. Ist auf ihm z. B. die Linie in 100 Theile getheilt und man betrachtet ihn bei einer Vergrösserung von 100 mal Durchmesser, so wird jeder Theil eine Linie gross erscheinen; legt man aber denselben Mikrometer auf die Blendung, welche sich im Ocular zwischen dem Collectivglas und Ocularglas befindet, mit der Theilung nach unten, so dass sie sich im Brennpuncte des Ocularglases befindet, so wird er dem Auge ebenso deutlich erscheinen als früher, aber viel kleiner; er wird nun nicht mehr durch Ocular und Objectiv zusammen, sondern nur durch das erstere vergrössert. Beträgt in dem angenommenen Beispiele die Vergrösserung durch das Objectiv 20, die durch das Ocular 5 im Durchmesser, so wird derselbe Theil des Mikrometers, der $\frac{1}{100}'''$ repräsentirt und unter dem Objectiv die Grösse von einer Linie hatte, im Ocular nur noch $\frac{1}{20}'''$ gross erscheinen. Wenn also früher ein auf dem Mikrometer liegender $\frac{1}{200}'''$ grosser Gegenstand nur $\frac{1}{2}$ Theil des Mikrometers ausfüllte, so wird er jetzt, wenn sich der Mikrometer im Ocular befindet, 10 Theilen desselben gleich sein und eine Theilung des Mikrometers entspricht also nicht mehr $\frac{1}{100}'''$ sondern $\frac{1}{2000}'''$.

Man sieht daraus, dass diese Methode viel genauere Messungen zulässt und dass ein im Ocular befindlicher Mikrometer nicht so fein getheilt zu sein braucht, um ebenso genaue, ja noch genauere Messungen zu erlauben als ein Mikrometer, der unter das Objectiv gelegt wird. Dies ist indess nur ein Vortheil der erwähnten Methode und nicht gerade der wichtigste: die anderen Vorzüge dieser Methode sind hauptsächlich die folgenden:

Da hier der Mikrometer vor dem Bilde des Objectes liegt, dieses gleichsam bedeckt, so kann man ebensowohl opake als durchsichtige Gegenstände damit messen.

Da das Ocular im Rohre beweglich ist und um seine Achse gedreht werden kann, so lässt sich der Mikrometer in jede Lage bringen, welche die Stellung des Objectes erfordert.

Ferner braucht es bei dieser Art zu messen gar keine besonderen Vorbereitungen; sobald man ein Object unter dem Mikroskope hat, das man zu messen wünscht, braucht man nur seinen Mikrometer einzulegen und die Messung ist in der kürzesten Zeit, in weniger als einer halben Minute, vollbracht.

Man kann diesen Mikrometer in jedes Ocular legen (natürlich darf er in diesem Falle nicht zu gross sein) und hat nur darauf zu achten, dass seine getheilte Fläche auf die Blendung zu liegen kommt; sollte er nicht deutlich erscheinen, so schraubt man das Ocularglas in seiner Hülse um etwas weniger höher oder tiefer, bis er gerade in dessen Focus zu stehen kommt. Viel bequemer aber ist es, wenn man ein eigenes Ocular hat, in welches der Mikrometer ein für allemal befestigt ist (Oberhäuser giebt seinen Mikroskopen solche Oculare mit Mikrometer bei), man hat in diesem Falle, wenn man eine Messung vornehmen will, Nichts nöthig, als das Ocular zu wechseln. Die Theilung eines solchen Mikrometers kann ganz willkührlich sein; aber sehr wünschenswerth ist es, dass immer die fünfte Linie der Theilung etwas vor den anderen vorragt und die zehnte noch länger ist als diese, wie T. II. Fig. 20 zeigt. Diese Einrichtung erleichtert, namentlich beim Messen grösserer Gegenstände, die Zählung der Theile.

Um einen solchen Mikrometer gebrauchen zu können, ist es nöthig, dass man wisse, wie viel jeder seiner Theile bei gewissen Vergrösserungen bedeutet. Da dieses aber für jedes Mikroskop und bei diesem wieder für jedes Linsensystem verschieden ist, so ist es wünschenswerth, dass dies jeder Beobachter, um ganz sicher zu sein, selbst thue und sich darüber eine Art Tabelle entwerfe. Ein Blick auf diese Tabelle reicht hin,

die Grösse eines gemessenen Gegenstandes aufzufinden. Die folgende Anweisung wird jeden Beobachter in den Stand setzen, sich selbst mit Leichtigkeit eine solche Tabelle zu entwerfen.

Es ist hierzu nöthig, dass man ausser dem Mikrometer im Ocular noch einen zweiten besitze, dessen Theilung bekannt ist. Nehmen wir an, bei letzterem sei die Linie in 100 Theile getheilt. Dieser wird unter das Objectiv gebracht, während der erstere ins Ocular gelegt und dieses so gedreht wird, dass die Theilungslinien des oberen Mikrometers mit denen des unteren parallel laufen.

Gesetzt nun, man findet, dass bei Anwendung der schwächsten Objectivlinse 5 Theile des unteren Mikrometers 6 Theilen des oberen entsprechen, so erhalten wir für die Theile des Mikrometers im Ocular bei dieser Vergrösserung folgende Geltung:

6 Theile sind gleich $\frac{5}{100}$ Paris. Linie, also
1 - - = $\frac{1}{120}'''$
5 - - = $\frac{1}{24}'''$
10 - - = $\frac{1}{12}'''$

Findet man, dass bei einem stärkeren Linsensysteme 4 Theile des oberen einem Theile des unteren entsprechen, so ist die Geltung des Mikrometers im Ocular bei dieser Vergrösserung folgende:

4 Theile sind gleich $\frac{1}{100}'''$, also
1 - - = $\frac{1}{400}'''$
4 - - = $\frac{1}{100}'''$
5 - - = $\frac{1}{80}'''$
10 - - = $\frac{1}{40}'''$ u. s. w

Hat man sich einmal für alle verschiedenen Objectivlinsen und Linsensysteme seines Mikroskopes solche Tabellen entworfen, so braucht man den in Hunderttheile der Linie getheilten Mikrometer nicht mehr, und ein Blick auf die Tabelle wird hinreichen, mittelst des Mikrometers im Ocular allein jeden Gegenstand auf das genaueste zu messen.

In manchen Mikroskopen sind auf der Blendung des Oculares, an der Stelle, wohin bei der beschriebenen Art zu messen der Glasmikrometer gelegt wird, mehrere parallele Spinnewebenfäden gezogen; sie können gleichfalls als Mikrometer benützt werden, ohne dass sie jedoch im Stande wären das Glasmikrometer zu ersetzen. Ihre Geltung als Maass wird ganz auf dieselbe Weise bestimmt, wie für den Glasmikrometer im Ocular eben angegeben wurde.

Wesentlich verschieden von den bisher betrachteten Mikrometern ist der Schraubenmikrometer. Dieser beruht darauf, dass man den Gegenstand unter dem Mikroskope bewegt und den Weg misst, welchen er zurücklegt. Seine Einrichtung ist ziemlich complicirt und eine Detailbeschreibung ohne gleichzeitige Ansicht des Gegenstandes nicht wohl verständlich. Wir begnügen uns deshalb unseren Leseren eine Vorstellung von seiner Wirkung zu geben, werden aber eine genaue Beschreibung seines Gebrauches beifügen. Man denke sich einen beweglichen Objecttisch, wie wir ihn oben beschrieben haben, mit einer feinen Schraube, durch welche dessen obere Platte sehr langsam und genau auf der unteren weiter bewegt werden kann. Mit dieser Schraube stehen zwei Skalen in Verbindung, die eine zeigt die ganzen Umdrehungen der Schraube an, die andere die Theile der Umdrehungen. Die letztere Skale ist sehr fein: der Umfang der Schraube ist nämlich in 100 Theile getheilt und ein Vernier zeigt noch $\frac{1}{10}$ eines solchen Theiles an: man kann daher noch den tausendsten Theil einer Umdrehung der Schraube bestimmen. Eine zweite Schraube dient, die durch die erste Schraube vorwärts bewegte Platte des Objecttisches wieder zurück zu schieben. Um diesen Apparat zu Messungen benützen zu können, muss man ein Ocular besitzen, auf dessen Blendung ein feiner Spinnwebenfaden ausgespannt oder ein Planglas eingelegt ist, auf dem man mit dem Diamant eine feine Linie gezogen hat. Will man einen Gegenstand messen, so bringt man ihn auf das Objectglas des beweglichen Objecttisches und stellt diesen so, dass der eine Rand des Gegen-

standes genau mit dem Faden oder der Linie im Ocular coincidirt. Damit der Faden mit dem Rande des Objectes parallel werde (wenn dieser gerade ist), dreht man entweder das Ocular um seine Achse oder stellt den Faden durch eine eigene Schraube. Man notirt sich nun den Stand der Mikrometerschraube und dreht sie so lange nach einer Richtung, bis der ganze Gegenstand unter dem Faden durchgegangen ist, und dieser mit dem anderen Rande des Objectes coincidirt. Notirt man sich nun wieder den Stand der Mikrometerschraube und vergleicht ihn mit dem vor Anfang der Messung aufgezeichneten, so erfährt man, wie viele Umdrehungen und Theile von Umdrehungen die Mikrometerschraube während des Vorwärtsbewegens des Gegenstandes gemacht hat. Man kennt aber den Durchmesser des letzteren, so bald man weiss, um wie viel jede Umdrehung der Schraube die Platte des Objecttisches weiter schiebt.

Wir wollen das Verfahren zur Bestimmung dieser erwähnten Grösse als Beispiel geben, wie man überhaupt Messungen mit diesem Mikrometer anzustellen hat.

Man legt auf den Objecttisch des Mikrometers statt des Gegenstandes einen Glasmikrometer, auf dem z. B. die Linie in 100 Theile getheilt ist und stellt ihn so, dass einer seiner Theilstriche, z. B. der erste, genau mit dem Faden im Oculare zusammenfällt. Nun notirt man sich den Stand der Mikrometerschraube an der Skale: man finde auf der Skale für die ganzen Umdrehungen 3, auf der für die Theile 125. Man bewege das Object durch die Mikrometerschraube vorwärts, bis z. B. die 9te Theilungslinie des Glasmikrometers wieder mit dem Faden im Ocular zusammentrifft. Die Stellung der Mikrometerschraube an der Skale wird wieder notirt: man finde auf der Skale für die ganzen 8, auf der für die Theile 784. Der erst notirte Stand von diesem abgezogen giebt die Zahl der Umdrehungen, welche 0,08 Paris. Linie entsprechen. Bei unserem Mikrometer sind also 5,659 Umdrehungen = 0,08 Pariser Linie. Die letzte Zahl durch die erste dividirt giebt 0,0141... Eine Umdrehung entspricht also 0,0141... Paris. Linie und $\frac{1}{1000}$

Umdrehung 0,0000141 P. $'''$. Man erleichtert sich die Messung sehr, wenn man sich eine Tabelle entwirft, ähnlich denen, wie wir sie oben für die Glasmikrometer im Ocular angegeben haben, wo man den Werth einer gewissen Anzahl Umdrehungen und ihrer Theile nur abzulesen braucht, um sogleich die Grösse des gemessenen Gegenstandes zu finden. Der Leser sieht von selbst, dass bei dieser Art zu messen der Werth eines Umganges der Mikrometerschraube für alle Vergrösserungen gleich ist, dass man also mit einer Tabelle ausreicht und nicht, wie im obigen Falle, mehrere nöthig hat.

Dieser Schraubenmikrometer ist ein vortreffliches Instrument; man kann ihn zu sehr feinen Messungen brauchen, da er noch $\frac{1}{10000}'''$ anzugeben vermag, wenn er gut gearbeitet ist. Aber er ist sehr complicirt, nutzt sich durch den längeren Gebrauch ab, und der geringste todte Gang der Schraube, die geringste dem Eigenthümer entgangene Beschädigung und Verrückung seiner Theile kann bewirken, dass alle damit angestellten Messungen falsch werden. Daher ist zu rathen, dass man von Zeit zu Zeit auf die angegebene Weise seine Richtigkeit wieder prüfe. Ueberdies ist er sehr theuer und kostet mehr als 10 mal so viel als der beste Glasmikrometer. Deshalb möchte ich ihn dem Glasmikrometer im Oculare, vor dem er nicht den geringsten Vortheil voraus hat und der überdies in der Anwendung viel bequemer ist, nachsetzen, aus denselben Gründen, aus welchen überhaupt ein einfaches und billiges Instrument einem complicirten und sehr kostbaren, das weiter keine Vortheile vor jenem hat, vorgezogen werden muss.

Wir kommen nun zu einer anderen Methode, mikroskopische Gegenstände zu messen, zu deren Verständniss sich der Leser das im vorigen Abschnitte über das Zeichnen solcher Gegenstände Gesagte ins Gedächtniss zurückrufen muss.

Hat man bei horizontaler Stellung des Mikroskopes mit Hilfe des Sömmerring'schen Spiegelchens, der *Camera clara* etc. den Umriss eines Gegenstandes auf ein Blatt Papier entworfen, so braucht man nur den Gegenstand zu entfernen, und einen

Glasmikrometer an seine Stelle zu legen, während Papier und Auge unverrückt bleiben. Man sieht dann das Bild des Mikrometers auf dem Papier und kann die Grösse des Gegenstandes finden, indem man zählt, wie viele Theile des Mikrometers auf einen Durchmesser des Gegenstandes kommen. Durch Drehen des Mikrometers oder der Zeichnung kann man alle verschiedenen Durchmesser eines Objectes nach einander messen. Will man sehr kleine Gegenstände messen, so kann man das Bild des Gegenstandes und Mikrometers dadurch, dass man das Papier sehr weit vom Ocular des Mikroskopes entfernt, sehr gross erhalten, und kann die einzelnen Theile des Mikrometers, wie sie sich auf dem Papiere darstellen, um so leichter mit Hilfe des Cirkels in kleinere Theile eintheilen, so dass man, wenn der Mikrometer in $\frac{1}{200}$ Linie abgetheilt ist, noch $\frac{1}{2000}$ ''' mit Sicherheit messen kann.

Diese Methode lässt sich ebenso gut bei verticaler Stellung des Mikroskopes anwenden, indem man dann den Gegenstand entweder auf einen vertical stehenden Schirm zeichnet und misst (s. Fig. 23. T. II), oder das durchbohrte Spiegelchen in Verbindung mit dem Planspiegel anwendet, wo dann das Blatt Papier horizontal auf dem Tische liegen kann (T. II. Fig. 26).

Da es bei dieser Methode unbequem ist, das Object bei jeder Messung erst zu zeichnen, dann wegzunehmen und mit dem Glasmikrometer zu vertauschen, so kann man ein für allemal das Bild seines Mikrometers, wie es bei einer bestimmten Vergrösserung erscheint, mit Tinte oder Tusche auf ein Blatt Papier oder beim verticalen Mikroskop auf einen Schirm (T. II. Fig. 23. *B*) zeichnen. Man braucht dann nur jedesmal das Bild des Objectes auf diesen Maassstab fallen zu lassen, und kann die Grösse der verschiedenen Durchmesser des Gegenstandes sogleich ablesen. Hierbei ist aber wohl zu beachten, dass

1. dieser Maassstab für jede Vergrösserung des Mikroskopes, also für jede Combination von Objectivlinsen und Ocularen, ein anderer sein muss, und dass

2. die Entfernung des Maassstabes vom Ocular, also in Fig. 24. und 25. T. II. die Länge der Linie x und in Fig. 26. T. II. die Länge der Linie $x + y$, immer ganz genau dieselbe sein muss, wenn die Messung nicht unrichtig werden soll.

Für die Besitzer einer *Camera clara* etc. ist diese Methode des Messens ziemlich bequem; man kann zwar auch ohne *Camera clara* durch blosses Doppeltsehen (vgl. den vorigen Abschnitt) sich auf ähnliche Weise einen Maassstab verfertigen und damit messen; aber diese Methode ist sehr unbequem und wird gegenwärtig, wo man bessere Hilfsmittel hat, kaum mehr angewandt werden. Einige andere Arten von Mikrometern übergehe ich hier, da sie den bisher beschriebenen an Brauchbarkeit und Einfachheit weit nachstehen, wie z. B. das Dollond'sche Doppelbildmikrometer.

Man kann sich der angegebenen Instrumente auch bedienen, um die Grösse des Gesichtsfelds eines Mikroskopes zu bestimmen, von der seine Güte und Brauchbarkeit zum Theil abhängt. Legt man einen Mikrometer, der eine grosse Theilung haben muss, unter das Objectiv, so kann man leicht bestimmen, wie viele solcher Theile man bei einer bestimmten Vergrösserung übersehen kann, ob also das Gesichtsfeld 2, 1, ½ Linie u. s. w. im Durchmesser hat.

Hier ist der Ort, einen Wunsch auszusprechen, den ich den mikroskopischen Beobachtern zur Beherzigung empfehlen möchte. Man bediente sich bisher bei der Anstellung mikroskopischer Messungen sehr verschiedener Maasse. Die französischen Gelehrten rechnen nach Millimetern, die englischen nach Theilen des englischen Zolles, österreichische nach denen des Wiener Zolles u. s. w. Es wäre sehr zu wünschen, dass hierin mehr Einheit herrschen möge, damit man der lästigen Reductionen dieser verschiedenen Maasse aufeinander überhoben würde. Die deutschen Gelehrten bedienen sich meist des altfranzösischen (Pariser) Maasses, aber auch unter ihnen herrscht in der Art, wie sie dieses anwenden, eine grosse Verschiedenheit. Die einen geben die Resultate ihrer Messungen in Decimaltheilen

einer Linie, andere in Decimaltheilen eines Zolles an (Valentin), noch andere setzen eine beliebige Quote der Pariser Linie als Einheit (so Pappenheim $\frac{1}{800}$, $\frac{1}{8000}$'''), andere endlich suchen die gefundene Zahl in einem gewöhnlichen Bruch einer Linie auszudrücken, dessen Zähler wo möglich eins ist. So finden wir z. B. in verschiedenen Schriften folgende Angaben 0,0025 P.''' — 0,0002083 P.'' — $\frac{2}{800}$ P.''' — $\frac{1}{400}$ P.''', die alle gleichbedeutend sind, ohne dass man dies, wenigstens bei den 3 ersten, sogleich zu erkennen vermag. Es läge im Interesse der Beobachter selbst, ihre Messungen auf eine gleichförmigere Weise auszudrücken. — Es fragt sich nun, welche von den angeführten Methoden die zweckmässigste und bequemste ist. Sich der Decimaltheile einer Paris. Linie zu bedienen, scheint auf den ersten Blick sehr bequem, weil sich Decimalbrüche leichter mit einander vergleichen lassen als gewöhnliche Brüche, da sie alle einen Nenner haben; und überdies sehr genau, da man so viele Decimalstellen anwenden kann, als die Feinheit des Mikrometers erlaubt. Aber eben die Menge der Zahlen und namentlich der Nullen machen diese Methode für Lehrer und Lernende sehr unbequem: es ist nämlich wünschenswerth, ja nothwendig die Zahlen vieler mikroskopischer Gegenstände, namentlich der Elementartheile der Gewebe, auswendig zu wissen. Welcher Lehrer wird aber Zahlen wie 0,007296 P.''', 0,007344, 0,006072 P.''' und dgl. oder 0,000060 P. Z. 0,000145 P. Z. im Kopfe behalten, welcher Schüler, wenn er sie hört, sie seinem Gedächtnisse einprägen? In dieser Hinsicht verdient wohl die letzte der obigen Methoden, alle Zahlen auf einen gewöhnlichen Bruch mit einfachem Zähler zu reduciren, den Vorzug. Zahlen, wie $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{200}$, $\frac{1}{350}$, $\frac{1}{1500}$ P.''' sind gewiss am leichtesten zu merken und lassen sich ohne Schwierigkeit mit einander vergleichen. Drücken sie auch den Durchmesser eines Gegenstandes nicht immer so genau aus, als ein Decimalbruch von 6 und mehr Decimalstellen, so kommt darauf wenig an, denn alle organischen Gegenstände, die wir unter dem Mikroskope beobachten, verändern durch Druck, Aus-

trocknung, Anziehen von Feuchtigkeit etc. ihre Grösse immer um ein Minimum, so dass wir bei aller Vorsicht und aller Schärfe der Messung nie sicher sein können, ob der wahre Durchmesser eines Blutkörperchens z. B. $\frac{1}{400}$ oder $\frac{1}{409}$ P.‴ beträgt. Kommt doch darauf in der That sehr wenig an! Ich möchte deshalb allen mikroskopischen Beobachtern den Vorschlag machen, künftig die Resultate ihrer Messungen in gewöhnlichen Brüchen mit einfachem Zähler auszudrücken, wenigstens bei allen Gegenständen, die unter $\frac{1}{10}$‴ gross sind (denn bei grösseren Objecten ist es allerdings nicht gleichgültig, ob man die Grösse z. B. zu $\frac{3}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ Linien angiebt).

Da die erwähnten Differenzen in den Angaben leider einmal existiren, und man öfters in den Fall kommt, die Grösse eines Gegenstandes, die in Theilen eines Millimètre angegeben ist, mit einer anderen zu vergleichen, wo der Pariser oder Wiener Zoll zu Grunde gelegt ist, so werden folgende Angaben und die folgende Tabelle manchem Leser nicht unwillkommen sein.

1 Wiener Linie ist = 0,973103 Paris. Linie.

1 englische Linie ist = 0,93831 Paris. Linie.

Der Unterschied ist so unbedeutend, dass man ihn bei allen Messungen von Gegenständen, welche unter oder nicht viel über $\frac{1}{100}$‴ gross sind, geradezu vernachlässigen und diese drei Maasse einander gleich setzen kann, denn es kommt wahrlich nichts darauf an, ob man den Durchmesser eines organischen Objectes (ganz anders ist es natürlich bei astronomischen) auf $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{101}$‴ angiebt.

1 Pariser Linie ist = 2,2558 Millimètre.

Die folgende Tabelle soll dienen, um ohne Rechnung eine in Decimaltheilen einer Pariser Linie und eines Pariser Zolles angegebene Messung in einen gemeinen Bruch einer Par. Linie mit einfachem Zähler und in Millimètres (Decimalbruch sowohl als gemeinen Bruch) verwandeln zu können *et vice versa*.

Pariser Duodecimal Zoll.		Pariser Duodecimal-linie.			Millimètre.		
0,083333	=	1,00	= 1	=	2,25	=	$2\frac{1}{4}$
0,079166		0,95	$\frac{19}{20}$		2,143		$2\frac{1}{7}$
0,075000		0,90	$\frac{9}{10}$		2,030		$2\frac{1}{33}$
0,070833		0,85	$\frac{17}{20}$		1,917		$1\frac{9}{10}$
0,066666		0,80	$\frac{4}{5}$		1,805		$1\frac{4}{5}$
0,062500		0,75	$\frac{3}{4}$		1,692		$1\frac{7}{10}$
0,058333		0,70	$\frac{7}{10}$		1,579		$1\frac{4}{7}$
0,054166		0,65	$\frac{13}{20}$		1,466		$1\frac{1}{2}$
0,050000		0,60	$\frac{3}{5}$		1,353		$1\frac{1}{3}$
0,045833		0,55	$\frac{11}{20}$		1,240		$1\frac{1}{4}$
0,041666		0,50	$\frac{1}{2}$		1,128		$1\frac{1}{8}$
0,037500		0,45	$\frac{9}{20}$		1,015		$1\frac{1}{66}$
0,033333		0,40	$\frac{2}{5}$		0,902		$\frac{9}{10}$
0,029166		0,35	$\frac{7}{20}$		0,789		$\frac{4}{5}$
0,025000		0,30	$\frac{3}{10}$		0,676		$\frac{3}{4}$
0,020833		0,25	$\frac{1}{4}$		0,564		$\frac{11}{20}$
0,016666		0,20	$\frac{1}{5}$		0,451		$\frac{3}{7}$
0,012500		0,15	$\frac{3}{20}$		0,338		$\frac{1}{3}$
0,008333		0,10	$\frac{1}{10}$		0,225		$\frac{1}{4}$
0,007916		0,095	$\frac{1}{11}$		0,214		$\frac{11}{50}$
0,007500		0,090	$\frac{1}{11}$		0,203		$\frac{1}{5}$
0,007083		0,085	$\frac{1}{12}$		0,192		$\frac{19}{100}$
0,006666		0,080	$\frac{1}{13}$		0,180		$\frac{1}{6}$
0,006250		0,075	$\frac{1}{13}$		0,169		$\frac{8}{50}$
0,005833		0,070	$\frac{1}{14}$		0,158		$\frac{1}{7}$
0,005416		0,065	$\frac{1}{15}$		0,146		$\frac{7}{50}$
0,005000		0,060	$\frac{1}{17}$		0,135		$\frac{1}{8}$
0,004583		0,055	$\frac{1}{18}$		0,124		$\frac{6}{50}$
0,004166		0,050	$\frac{1}{20}$		0,113		$\frac{1}{9}$
0,003750		0,045	$\frac{1}{22}$		0,101		$\frac{1}{10}$
0,003333		0,040	$\frac{1}{25}$		0,090		$\frac{1}{11}$
0,002916		0,035	$\frac{1}{29}$		0,079		$\frac{1}{13}$
0,002500		0,030	$\frac{1}{33}$		0,067		$\frac{1}{15}$

Pariser Duodecimal Zoll.		Pariser Duodecimal-linie.				Millimètre.		
0,002083	=	0,025	=	$\frac{1}{40}$	=	0,056	=	$\frac{1}{18}$
0,001666		0,020		$\frac{1}{50}$		0,045		$\frac{1}{22}$
0,001250		0,015		$\frac{1}{66}$		0,034		$\frac{1}{29}$
0,000833		0,010		$\frac{1}{100}$		0,022		$\frac{1}{45}$
0,000791		0,0095		$\frac{1}{105}$		0,021		$\frac{1}{48}$
0,000750		0,0090		$\frac{1}{111}$		0,020		$\frac{1}{50}$
0,000708		0,0085		$\frac{1}{118}$		0,019		$\frac{1}{53}$
0,000666		0,0080		$\frac{1}{125}$		0,018		$\frac{1}{55}$
0,000625		0,0075		$\frac{1}{133}$		0,017		$\frac{1}{59}$
0,000583		0,0070		$\frac{1}{143}$		0,016		$\frac{1}{62}$
0,000541		0,0065		$\frac{1}{154}$		0,015		$\frac{1}{66}$
0,000500		0,0060		$\frac{1}{167}$		0,013		$\frac{1}{77}$
0,000458		0,0055		$\frac{1}{181}$		0,012		$\frac{1}{82}$
0,000416		0,0050		$\frac{1}{200}$		0,011		$\frac{1}{91}$
0,000375		0,0045		$\frac{1}{222}$		0,010		$\frac{1}{100}$
0,000333		0,0040		$\frac{1}{250}$		0,009		$\frac{1}{111}$
0,000291		0,0035		$\frac{1}{286}$		0,008		$\frac{1}{125}$
0,000250		0,0030		$\frac{1}{333}$		0,007		$\frac{1}{143}$
0,000208		0,0025		$\frac{1}{400}$		0,006		$\frac{1}{166}$
0,000166		0,0020		$\frac{1}{500}$		0,0045		$\frac{1}{222}$
0,000125		0,0015		$\frac{1}{666}$		0,0034		$\frac{1}{265}$
0,000083		0,0010		$\frac{1}{1000}$		0,0022		$\frac{1}{454}$
0,000079		0,00095		$\frac{1}{1050}$		0,0021		$\frac{1}{470}$
0,000075		0,00090		$\frac{1}{1100}$		0,0020		$\frac{1}{500}$
0,000071		0,00085		$\frac{1}{1180}$		0,0019		$\frac{1}{525}$
0,000066		0,00080		$\frac{1}{1250}$		0,0018		$\frac{1}{560}$
0,000062		0,00075		$\frac{1}{1330}$		0,0017		$\frac{1}{590}$
0,000058		0,00070		$\frac{1}{1430}$		0,0016		$\frac{1}{625}$
0,000054		0,00065		$\frac{1}{1540}$		0,0015		$\frac{1}{670}$
0,000050		0,00060		$\frac{1}{1660}$		0,0013		$\frac{1}{760}$
0,000046		0,00055		$\frac{1}{1820}$		0,0012		$\frac{1}{833}$
0,000042		0,00050		$\frac{1}{2000}$		0,0011		$\frac{1}{910}$
0,000037		0,00045		$\frac{1}{2220}$		0,0010		$\frac{1}{1000}$

Pariser Duodecimal Zoll.		Pariser Duodecimal-linie.			Millimètre.		
0,000033	=	0,00040	= $\frac{1}{2500}$	=	0,0009	=	$\frac{1}{1100}$
0,000029		0,00035	$\frac{1}{2850}$		0,0008		$\frac{1}{1250}$
0,000025		0,00030	$\frac{1}{3330}$		0,0007		$\frac{1}{1430}$
0,000021		0,00025	$\frac{1}{4000}$		0,0006		$\frac{1}{1660}$
0,000016		0,00020	$\frac{1}{5000}$		0,0004		$\frac{1}{2500}$
0,000012		0,00015	$\frac{1}{6600}$		0,0003		$\frac{1}{3000}$
0,000008		0,00010	$\frac{1}{10000}$		0,0002		$\frac{1}{5000}$

Die vorstehende Tabelle soll dienen, um schnell und ohne Rechnung die Angaben der Grösse mikroskopischer Gegenstände, welche in verschiedenen Maassen ausgedrückt sind, mit einander vergleichen zu können. Wünscht man z. B. zu wissen, wie die Grösse 0,000125 Par. Zoll in Theilen einer Linie oder eines Millimetres ausgedrückt, lautet, so sucht man sie in der Reihe für die Par. Zolle und findet, dass sie gleich ist mit 0,0015 oder $\frac{1}{666}$ Par. Linie und ebenso mit 0,0034 oder $\frac{1}{265}$ Millimètre. Ebenso verwandelt man umgekehrt Theile einer Pariser Linie oder eines Millimeters in Theile eines Pariser Zolles u. s. f. Findet man die gesuchte Grösse nicht genau in der Tabelle, so kann man sie sehr leicht genauer berechnen, wenn man die beiden nächstliegenden Zahlen gefunden hat; so fällt z. B. 0,000080 P. Z. in die Mitte zwischen 0,0010 und 0,00095 P. Linie, nähert sich aber mehr der letzteren: man sieht sogleich, dass sie genauer 0,00096 — 0,00097 P. Linie entspricht. Ebenso fällt 0,0078 P. Linie zwischen 0,018 und 0,017 Millimeter; man wird sehr wenig irren, wenn man sie = 0,0175 Millim. annimmt. Da alle mikrometrischen Messungen organischer Gegenstände nie absolut genau zu sein brauchen, so kann man bei allen Grössenangaben unter $\frac{1}{100}$''' getrost die ihr am nächsten kommende Zahl in der Tabelle als die richtige annehmen. —

Ein anderes Messinstrument, welches mit dem Mikroskop verbunden werden kann, ist der Goniometer oder Winkelmesser; er dient, die Winkel mikroskopischer Krystalle zu bestimmen. Der Goniometer besteht aus zwei runden Messing-

platten, welche so auf einander befestigt sind, das die obere auf der unteren um ihre Achse gedreht werden kann. Beide sind in der Mitte durchbohrt und tragen jede ein Planglas, in dessen Mitte, dem Durchmesser entsprechend, mit dem Diamant eine gerade Linie gezogen ist. Die obere Platte ist an ihrem Rande in 360° eingetheilt. Beim Gebrauche wird der Goniometer auf das Ocular des Mikroskopes gelegt; man schiebt den Krystall so, dass sein zu messender Winkel gerade in die Mitte des Gesichtsfeldes zu liegen kommt und die auf der unteren Platte des Goniometers gezogene Linie mit einer Seite dieses Winkels correspondirt. Man dreht dann die obere Platte des Instrumentes so weit um ihre Achse, bis die ihren Durchmesser bildende Linie mit der anderen Seite des Winkels zusammentrifft und der Winkel selbst an die Kreuzungsstelle der beiden Linien zu liegen kommt. Nun nimmt man den Goniometer ab und zählt die dem Winkel des Krystalles entsprechende Zahl der Grade. Wer eine *Camera clara* besitzt, kann den Goniometer ersparen; er braucht nur den Winkel des Krystalles auf ein Blatt Papier zu zeichnen und kann dann aus dieser Zeichnung seine Grösse mittelst des Transporteurs bestimmen.

Ich komme nun zur zweiten Hälfte dieses Abschnittes, zur Bestimmung der Vergrösserung eines Mikroskopes.

Die Vergrösserung eines Mikroskopes ist gleich der Grösse des Bildes, welches man durch das Mikroskop sieht, dividirt durch die wirkliche Grösse des Gegenstandes. Man braucht also nur das Bild eines Objectes, welches man durch die *Camera clara* gezeichnet hat, zu messen und die gefundene Zahl durch die wahre Grösse des Gegenstandes, die man auf die erwähnte Weise mittelst des Mikrometers bestimmt hat, zu dividiren, so erhält man die Vergrösserung seines Instrumentes. Hat z. B. das Bild 3''' im Dchm., während der wahre Durchmesser des Gegenstandes $\frac{1}{100}$''' beträgt, so vergrössert das Mikroskop 300 mal im Durchmesser. Da natürlich die Vergrösserung für jedes Objectiv und jedes Ocular eine andere ist, so muss die Ver-

grösserung für alle Combinationen von Objectiven und Ocularen besonders bestimmt werden.

Hierbei ist aber ein sehr wichtiger Umstand zu beachten. Da bei jeder Vergrösserung durch Mikroskope die Sehweite die Grundlage der Berechnung bildet, so muss auch die Entfernung des Papieres, auf dem man zeichnet, immer der Sehweite gleich sein, also 8 Pariser Zolle betragen. Nimmt man letztere grösser, z. B. 10 Zolle, so wird auch die Vergrösserung bedeutender, weil die Grösse des Bildes mit der Entfernung wächst. Eine Linearvergrösserung von 120 bei 12'' Sehweite ist nur eine 100 malige bei 10 Zoll, und eine 80 malige bei 8 Zoll Sehweite.

In der Einleitung wurde bereits bemerkt, dass die Vergrösserung eines Mikroskopes keine absolute Grösse ist, sondern nach der Natur des Beobachters wechselt. Da nämlich die wirkliche Sehweite bei jedem Individuum verschieden ist, bei einem Kurzsichtigen geringer, bei einem Fernsichtigen grösser, so muss auch die Vergrösserung eines jeden Mikroskopes für jeden Beobachter eine verschiedene sein, und ein kurzsichtiger denselben Gegenstand weniger vergrössert sehen als ein Weitsichtiger.

Man kann die Vergrösserung eines Mikroskopes auch durch Rechnung finden nach der Formel

$$\frac{p}{f}\left(\frac{AJ'}{BJ'} \times \frac{BJ''}{CJ''}\right)$$

wo p die Brennweite der Objectivlinsen, f die Sehweite, AJ' den Abstand des durch die Objectivlinse entworfenen Bildes vom Mittelpuncte dieser Linse, BJ' den Abstand desselben Bildes vom Collectivglas, BJ'' den Abstand des durch das Collectiv verkleinerten Bildes vom Collectiv, CJ'' den Abstand eben dieses Bildes vom Ocular bedeutet.

Oder man legt zwei Mikrometer von gleicher Theilung den einen auf die Blendung im Ocular, den anderen unter das Objectiv und bemerkt sich, wie viele Theile des oberen auf einen Theil des unteren Mikrometers gehen: die Zahl dieser Theile

drückt die Vergrösserung der Objectivlinsen aus. Man bestimmt nun durch einen Versuch die Brennweite des Oculares in Theilen eines Zolles und dividirt damit in 8 Zoll = der Sehweite, so erhält man die Vergrösserung des Oculares. Beide Zahlen mit einander multiplicirt geben die Vergrösserung des Mikroskopes im Ganzen. Diese Methoden sind indess, wie man sieht, ziemlich complicirt und schwierig auszuführen, man wird sie daher wohl nie anwenden, wenn man sich der ersterwähnten bedienen kann.

Wir sprachen bisher nur von der Vergrösserung im Durchmesser oder der linearen Vergrösserung eines Mikroskopes. Da aber die Fläche eines Quadrates dem Quadrate seines Durchmessers gleich ist, so findet man die Vergrösserung eines Mikroskopes in der Fläche, wenn man seine Linearvergrösserung mit sich selbst multiplicirt; eine 50 malige Vergrösserung im Durchmesser entspricht also einer von 2500 Mal in der Fläche, eine 1000 malige im Dchm. einer von 1000000 Mal in der Fläche u. s. w. Da die letzteren Zahlen wegen ihrer Grösse unbequem sind, so giebt man immer nur die Linearvergrösserung eines Mikroskopes an und sie versteht man immer, wo von einer 40, 80, 1500 maligen Vergrösserung ohne weiteren Zusatz die Rede ist. Nur Marktschreier, wie die herumziehenden Besitzer von Sonnen- und Gas-Mikroskopen, oder gewinnsüchtige Optiker, welche durch grosse Zahlen dem unwissenden Publicum imponiren wollen, kündigen gegenwärtig noch an, dass ihre Mikroskope ein Millionenmal und darüber vergrössern.

5. Geräthschaften, um die Objecte zur mikroskopischen Untersuchung gehörig vorzubereiten.

Sehr selten sind die Gegenstände, welche man mikroskopisch zu untersuchen wünscht, schon von Natur so fein und zart, dass man sie ohne weitere Vorbereitung unter das Mikroskop bringen kann. Fast nur Flüssigkeiten, welche Körperchen enthalten, wie Blut, Milch u. dgl., lose Krystalle, oder sehr feine organische Gebilde, wie Haare, Schmetterlingsschuppen, Infusorien u. dgl. kann man ohne Weiteres mikroskopisch untersuchen,

die meisten anderen Objecte müssen mehr oder weniger zerschnitten, verkleinert, überhaupt zur Untersuchung vorbereitet werden. Zu diesem Zwecke hat man verschiedene Instrumente, die wieder nach den zu untersuchenden Gegenständen, je nach dem einzelnen Falle, sehr verschieden sein müssen. Manche dieser Instrumente sind dieselben, welche auch zu Untersuchungen grösserer Gegenstände dienen, wie die gewöhnlichen Sectionsapparate für Pflanzen und Thiere; einige derselben sind aber eigenthümlich und zu vielen mikroskopischen Untersuchungen unentbehrlich. Die wichtigsten derselben, welche vorzugsweise das *Armamentarium microscopicum* bilden, sind folgende:

Feine Haarpinsel und kleine Glasstäbe, um Flüssigkeiten auf die Objectgläser zu bringen. Die letzteren namentlich sind zu mikrochemischen Experimenten, für Säuren, Alkalien etc. unentbehrlich.

Nadeln, an Stiele von Holz befestigt, dienen, um Gewebe auf dem Objectträger auszubreiten, sie wenn es nöthig ist auseinanderzurollen und ihre Verschlingungen aufzulösen. Feine Messerchen oder auch scharfe Staarnadeln hat man nöthig, um Gegenstände zu zerkleinern, feine Durchschnitte zu machen u. dgl. Auch kleine Scheeren sind nothwendig; die feinsten derselben werden am besten nicht nach dem gewöhnlichen Principe eingerichtet. Die Bequemlichkeit und Sicherheit der Finger ist immer beschränkt, wenn sie in die Ringe der Scheerengriffe eingeschränkt sind; man macht daher die mikrotomischen Scheeren besser nach Art der Knochenzangen, mit einer Feder, welche die Scheere von selbst öffnet, so bald der Druck nachlässt. Die Griffe endigen nicht in Ringe, sondern in zwei Platten, welche den Fingern zur Anlage dienen. — Um von sehr weichen thierischen Gegenständen, z. B. vom Gehirn, kleine Theilchen loszutrennen, dienen Blattmesser mit sehr dünner zweischneidiger Klinge, lanzettähnlicher Spitze und sehr scharfer Schneide.

Ein vortreffliches, ja unentbehrliches Instrument, um sehr feine Durchschnitte zu machen, ist das von Valentin und Gerber

angegebene Doppelmesser (T. III. Fig. 12). Man denke sich eine Schieberpincette mit ihrem oberen geschlossenen Ende an einen Skalpellstiel befestigt: ihre beiden Branchen endigen sich in zwei schneidende Klingen, deren innere Flächen glatt sind und genau auf einander passen. Werden die beiden Klingen an einander angedrückt, was wie bei der Schieberpincette durch Anziehen des Schiebers bewirkt wird, so stellen beide nur eine zweischneidige Klinge dar, lassen aber doch immer einen haarfeinen Zwischenraum zwischen sich. Schneidet man nun mit diesem so geschlossenen Messer durch einen weichen Gegenstand, so bekommt man zwischen den beiden Klingen einen sehr feinen Durchschnitt, der beim Oeffnen des Messers herausfällt. Die eine Klinge ist in einem Charnier beweglich und kann auf die Seite gedreht werden, damit man das Instrument leichter reinigen kann. — Man hat noch andere viel complicirtere Instrumente, um denselben Zweck zu erreichen, die aber in Bezug auf Bequemlichkeit und Leichtigkeit des Gebrauches dem Doppelmesser nachstehen. Sie gleichen dem Princip und der Einrichtung nach im Kleinen einer Sägmühle. Der Gegenstand befindet sich auf einem beweglichen Objecttische, an dessen Ende ein Messer durch eine Schraube so gestellt wird, dass seine Klinge parallel mit der Platte des Tisches, aber ein Minimum über derselben zu stehen kommt. Wird nun der Gegenstand mit dem Tische gegen das Messer zu vorwärts bewegt, so schneidet letzteres eine dünne Scheibe vom Gegenstande ab.

Um von sehr harten Körpern, Knochen, Zähnen, Steinen etc. sehr dünne Lamellen zu bekommen, muss man sie zuschleifen. Dazu braucht man feinere und gröbere Schleifsteine, auch Feilen, um sie zum Schleifen vorzubereiten.

Um elastische Gewebe fein und durchsichtig zu machen, ohne durch Druck die natürliche Anordnung ihrer Theile zu zerstören, muss man sie ausspannen. Dies geschieht durch feine Nadeln, deren Spitze in ein Häkchen umgebogen ist. Man hakt das Gewebe an verschiedenen Stellen an und be-

festigt die geraden Enden der Nadeln durch Wachskügelchen auf die das Object tragende Glasplatte.

Viele ähnliche Geräthschaften, welche zu ganz speciellen Untersuchungen erforderlich sind, wird der Beobachter am besten selbst nach seinem individuellen Bedürfniss modificiren oder erfinden: viele werden überdies ihrer Einrichtung und ihrem Gebrauche nach später noch beschrieben werden.

VI. Gehäuse oder Kasten des Mikroskopes.

Jedes Mikroskop ist gewöhnlich zur leichteren Aufbewahrung und Fortschaffung in einen eigenen Kasten eingeschlossen, in welchen es eingelegt wird, indem man mehrere seiner Theile auseinander nimmt oder zusammenschlägt. Bisweilen dient dieser *Kasten* zugleich als Fuss des Mikroskopes, wie bei den Instrumenten von Chevalier, von Frauenhofer, bei welchen das Gestell auf den Kasten aufgeschraubt wird. Für den Gelehrten, der seine Beobachtungen auf sein Zimmer beschränkt, hat die Einrichtung dieses Gehäuses keine grosse Wichtigkeit; für den reisenden Naturforscher dagegen, der seine botanischen oder zoologischen Untersuchungen in fernen Ländern, oder wenigstens auf kleineren Ausflügen zu machen genöthigt ist, dann für den praktischen Arzt, der sein Mikroskop zu Sectionen, in Spitäler etc. mitzunehmen wünscht, ist Grösse und Gewicht des Mikroskopes, mehr oder weniger bequeme Einrichtung des Kastens nicht unwichtig, ja er wird gern manche Bequemlichkeit, selbst kleine Vortheile bei der Beobachtung aufgeben, wenn er statt eines Kastens, der einen oder mehrere Kubikfusse Inhalt hat und 50 oder mehr Pfunde wiegt, einen kleineren mit sich nehmen kann, der beim Umfang eines Buches in mässigem Lexikonformat nur einige Pfunde Gewicht hat. Wir wollen daher auch einige Worte über die zweckmässigste Einrichtung des Kastens sagen; es ist dabei vor Allem zu wünschen:

1. dass derselbe so klein und compendiös als möglich sei und aller Raum in demselben sorfältig benützt werde;

2. dass das Mikroskop vollkommen fest in demselben liege, so dass durch Schütteln und Stossen beim Transport oder auf der Reise kein Theil desselben Schaden leide;

3. dass er ausser dem Mikroskope selbst noch allen nöthigen Zubehör an Gläsern, Mikrometern, Nadeln, Messerchen, Glasstäbchen u. dgl. enthalte.

Von der Einrichtung des Kastens bei den Mikroskopen verschiedener Werkstätten, so wie von ihrer Grösse und ihrem Gewicht, wird später noch die Rede sein.

Anleitung zum Gebrauche des zusammengesetzten dioptrischen Mikroskopes.

Erst jetzt, nachdem der Leser die verschiedenen Theile des Mikroskopes, ihre Einrichtung und ihren Nutzen kennen gelernt hat, können wir ihm eine Anleitung geben, wie er sein Instrument gebrauchen soll; wir müssen uns aber hier darauf beschränken, ihm zu lehren, wie er ein schon zubereitetes Object zu untersuchen hat; die Vorbereitung der Gegenstände zur mikroskopischen Untersuchung ist schwierig und fast bei jedem Objecte verschieden; von ihr wird später ausführlicher die Rede sein. Wir setzen daher hier voraus, der Leser will einen schon zubereiteten Gegenstand untersuchen, wie ihn die Optiker gewöhnlich in Schiebern von Holz zur Belustigung oder auch zur Prüfung ihrer Instrumente beigeben.

Zuerst einige Worte von dem Orte oder dem Zimmer, welches für mikroskopische Beobachtungen dienen soll. Im Fall der Noth kann man zwar überall und in jedem Zimmer mit dem Mikroskop arbeiten, doch ist wünschenswerth

1. dass dieses nur ein Fenster habe, oder dass man die übrigen durch Läden verschliessen kann. Bei sehr starken Vergrösserungen sieht man nämlich die Gegenstände heller, also deutlicher, wenn das Zimmer etwas dunkel ist, weil die Pupille sich in diesem Falle weiter öffnet und der unter dem Mikroskope befindliche Gegenstand *ceteris paribus* um so heller er-

scheint, je grösser der Durchmesser der Pupille ist. Aus diesem Grunde ziehen auch Manche es vor, ihre mikroskopischen Beobachtungen in einem ganz dunklen Zimmer zu machen, welches durch eine kleine Oeffnung im Fensterladen nur so viel Licht erhält, als eben nöthig ist, das Object zu beleuchten. Letztere Einrichtung hat indessen nur in wenigen Fällen, wenn man nämlich sehr zarte Gegenstände bei den allerstärksten Vergrösserungen untersuchen will, wirkliche Vorzüge: in der Regel ist es besser, wenn das Zimmer gehörig erleuchtet ist, weil man dann besser zum Präpariren der zu untersuchenden Gegenstände sieht. Ein schwarzer Schirm reicht hin, wenn man durch das Mikroskop sieht, das fremde Licht vom Auge abzuhalten.

2. Das Fenster soll womöglich die Aussicht nach dem freien Himmel haben; es soll ihm kein altergraues oder buntbemaltes Gebäude gegenüberstehen (eine weisse Wand schadet weniger). Daher eignen sich Zimmer in den engen Strassen grosser Städte, namentlich in den unteren Geschossen, nicht gut zu mikroskopischen Beobachtungen. Auf der anderen Seite ist es nicht gut, wenn das Zimmer allzuviel Sonne hat.

Kann man ein passendes Zimmer eigens zu mikroskopischen Untersuchungen bestimmen, so ist dies ein grosser Vortheil, man kann sein Instrument, mit einer Glasglocke bedeckt, um es vor Staub zu schützen, aufgestellt stehen lassen und erspart das jedesmalige Ein- und Auspacken. Ebenso ist es wünschenswerth, dass man einen eigenen Kasten, die Schieblade eines Tisches etc. für den mikroskopischen Zubehör bestimme, um ihn jedesmal sogleich und in bester Ordnung bei der Hand zu haben.

Gewöhnlich stellt man das Instrument auf einen Tisch; die Einrichtung desselben ist nicht ganz unwesentlich. Für flüchtige, kurze Zeit dauernde Beobachtungen ist zwar jeder Tisch gut und es ist gleich, ob der Beobachter sitzt, oder steht; dies ist aber nicht der Fall bei länger fortgesetzten und genauen Untersuchungen. Bei diesen soll der Beobachter sitzen, um nicht ermüdet zu werden: ist nun das Mikroskop sehr gross, so muss

entweder der Stuhl höher oder der Tisch niedriger sein als gewöhnlich. Gut ist es daher, wenn man sich nach der Grösse seines Instrumentes einen eigenen Stuhl oder Tisch machen lässt; letzteren lässt man sich zur Aufnahme des Mikroskopes und der verschiedenen Geräthschaften bequem einrichten. Die horizontalen Mikroskope haben den Vortheil, dass man aufrecht sitzen kann, während bei den verticalen Kopf und Brust während des Beobachtens vorwärts geneigt sein müssen; wodurch, wenn man viel arbeitet, leicht Congestionen nach diesen Theilen entstehen. Bei den kleineren Instrumenten, z. B. bei denen von Oberhäuser, ist dies weniger der Fall als bei den grössern.

Der Tisch soll fest stehen, damit er und das auf ihm stehende Instrument nicht wanke, was genaue Beobachtungen unmöglich macht. Seine Oberfläche soll horizontal sein, damit bei Untersuchung von Flüssigkeiten diese nicht vom Objectträger herabfliessen; aber so ängstlich braucht man hierauf nicht zu sehen, dass man Wasserwaagen am Objecttisch und feine Schrauben an den Füssen des Mikroskopes anbringt, wie Einige gethan haben, um das Instrument ganz genau horizontal zu stellen. Dies ist eine sehr entbehrliche Sorgfalt, die zu nichts weiter dient, als das Mikroskop theurer zu machen.

Im Winter soll man das Mikroskop an einem warmen Orte aufbewahren oder vor dem jedesmaligen Gebrauche erwärmen. Versäumt man dies, so beschlagen sich die Gläser mit Dunst und man muss auf die Beobachtung geradezu verzichten. Dasselbe geschieht, im Sommer, wenn man stark schwitzt, namentlich im Gesicht. Die Ausdünstung concentrirt sich auf dem Ocular und beschlägt dieses.

Will man mit dem Mikroskope arbeiten, so ist das erste Geschäft die Aufstellung des Instrumentes, nachdem man es aus seinem Kasten herausgenommen hat. Bei den Mikroskopen von Schiek, Plössl und Pritchard geschieht dies, indem man die drei Stäbe, welche den Fuss bilden und die im Kasten zusammengelegt sind, auseinanderschlägt. Die Instru-

mente von Chevalier werden auf den Kasten festgeschraubt; bei den kleinen Mikroskopen von Lerebours und Oberhäuser schraubt man die Messingplatte, welche als Fuss dient, an das Gestelle.

Ist das Mikroskop aufgestellt, so regulirt man die Beleuchtung. Von einer guten Beleuchtung hängt sehr viel, ja bei starken Vergrösserungen Alles ab; man muss deshalb auf diesen Punct einige Sorgfalt verwenden.

Zur Beleuchtung dient entweder das gewöhnliche Tageslicht, das Lampenlicht (künstliches Licht überhaupt) oder das Sonnenlicht. Jede dieser Beleuchtungsarten hat ihre Vorzüge und Nachtheile.

Am Allgemeinsten bedient man sich zur Beleuchtung des gewöhnlichen Tageslichtes; dieses ist beinahe zu allen Untersuchungen vollkommen hinreichend. Das beste Licht geben helle, weisse Wolken; weniger günstig ist der reine blaue Himmel, ein trüber, bedeckter Himmel natürlich noch weniger, und in den trüben Wintertagen, wo der ganze Himmel durch graue Wolken verfinstert ist, oder in grossen Städten, wo hohe gegenüberstehende Häuser fast gar nichts vom Himmel sehen lassen, thut man besser, bei Tag auf Arbeiten mit dem Mikroskop, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, ganz zu verzichten und seine Untersuchungen lieber des Nachts bei künstlicher Beleuchtung vorzunehmen. Tageslicht, welches von einer dem Fenster des Beobachters gegenüberstehenden weissen Wand reflectirt wird, ist ebenfalls günstig, nicht so das von altersgrauen oder buntangestrichenen Häusern herkommende.

Das beste künstliche Licht geben Argand'sche Lampen mit rundem Docht und doppeltem Luftzug, oder Gasflammen, die aber in einen Glascylinder eingeschlossen sein müssen, um das Flackern zu vermeiden. Talg- oder Wachslichter sind weniger brauchbar; sie machen nicht hell genug, sie flackern, müssen häufig geputzt werden und ihre Flamme verändert durch das Herabbrennen der Lichter beständig ihren Ort, so dass man die Lage des Beleuchtungsspiegels von Zeit zu Zeit ändern

muss. Die letzteren Nachtheile bleiben natürlich, wenn man auch mehrere Kerzen zu gleicher Zeit anwendet. Das Lampenlicht zeigt die Umrisse zarter Gegenstände in der Regel schärfer und markirter als das Tageslicht, ist daher für manche Untersuchungen diesem vorzuziehen, so z. B. für die Beobachtung der Flimmerbewegung; jedenfalls ist es zu anatomisch-mikroskopischen Untersuchungen eben so brauchbar als dieses. Es hat aber den Nachtheil, dass es die Farben der Gegenstände verändert: weiss wird gelblich, violett braun u. s. w. Daher ist es nicht gut anwendbar, wo es darauf ankommt, die natürlichen Farben eines Gegenstandes zu sehen, oder chemische Reactionen zu bewirken, deren Eigenthümlichkeit auf einer Farbenveränderung beruht, wie z. B. die Farbenveränderung der Amylumkörner durch Jod aus dem Weissen ins Violette.

Das Sonnenlicht verdient nur in einzelnen Fällen angewandt zu werden; es schwächt die Augen und giebt zu optischen Täuschungen Veranlassung, von denen später im Abschnitte von der Irisation ausführlicher die Rede sein wird. Doch hat es Vorzüge, wenn man die Farben bunter Gegenstände sehr deutlich und brillant zu sehen wünscht, namentlich bei durchfallendem Licht. Man darf es aber nicht auf den Beleuchtungsspiegel auffallen lassen, weil man sonst Irisation erhält, sondern bedeckt diesen mit einem Stück weissen Papieres, wodurch das Sonnenlicht polarisirt wird, oder man gebraucht zu diesem Zwecke bei den Mikroskopen von Pritchard die mit Gyps überzogene Seite des Beleuchtungsspiegels. Hat man seinem Fenster gegenüber eine von der Sonne beschienene weisse Wand, so thun die von dieser kommenden Lichtstrahlen, welche man unmittelbar mit dem Spiegel auffangen darf, dieselben Dienste. Die Beleuchtung muss verschieden sein, je nachdem man durchsichtige oder undurchsichtige (opake) Gegenstände zu untersuchen hat.

Beleuchtung durchsichtiger Gegenstände. Wir verstehen unter diesen alle Objecte, welche das Licht zu durchdringen vermag und hieher gehören sehr viele an sich nicht

durchsichtige Gegenstände, wenn sie in sehr feine Scheiben oder Lamellen zerschnitten sind. Fast alle organischen Gegenstände, thierische Theile, Infusorien, botanische Gegenstände, die meisten mikroskopischen Krystalle, alle Flüssigkeiten lassen sich bei durchfallendem Lichte untersuchen.

Die Beleuchtung der Objecte bei durchfallendem Licht geschieht bei den meisten Mikroskopen mittelst des Beleuchtungsspiegels. Dieser ist häufig doppelt, auf der einen Seite ein Planspiegel, auf der anderen ein Hohlspiegel; letzterer dient für stärkere Vergrösserungen, ersterer für schwächere: dieser kann entbehrt werden, weil man die Beleuchtung nach Belieben durch die Blendung vermindern kann, wie wir später sehen werden.

Man stelle das Mikroskop dem Fenster nahe und drehe den Spiegel so, dass er die Lichtstrahlen dem Gegenstande und der Sehachse des Mikroskopes zuwirft. Man überzeugt sich, dass der Beleuchtungsspiegel seine gehörige Lage hat, wenn das ganze Gesichtsfeld gleichmässig und vollkommen hell erleuchtet ist, oder noch besser, wenn man das Ocular und Objectiv wegnimmt und nun durch das Rohr nach dem Spiegel sieht. Steht er richtig, so muss man den blauen Himmel, die weisse Wolke oder die Flamme der Lampe in ihm abgespiegelt erblicken.

Will man die Beleuchtung noch verstärken, so wendet man das Selligue'sche Prisma an, welches so gestellt wird, dass es die Lichtstrahlen auf den Spiegel concentrirt, oder man gebraucht die Sammellinse (*H* Fig. 5. T. II. — *h* Fig. 1. T. II) und stellt diese so zwischen Spiegel und Objecttisch, dass ihr Brennpunct gerade auf das Object fällt, oder man schiebt sie so lange auf und ab, bis das Object am hellsten erscheint.

Noch viel besser und genauer bewirkt man dies durch den Dujardin'schen Apparat (T. II. Fig. 4. *x*). Man nimmt, um ihn zu reguliren, den Körper des Mikroskopes aus der Hülse, und schraubt den Apparat *b* in der Hülse *a a* so lange auf und ab, bis man das Bild eines entfernten Gegenstandes, der durch

den Spiegel reflectirt wird, eine Wolke, Thurmspitze, Schornstein etc. ganz deutlich sieht. Der **Dujardin**'sche Apparat dient ausserdem noch, um die Diffraction (wovon später) wegzubringen.

Bei schwächeren Vergrösserungen dürfen weder **Dujardin**'scher Apparat noch Sammellinsen angewandt werden; sie würden ein zu starkes Licht geben und dies ist eben so schädlich als zu wenig Licht, weil dann aus Mangel an Schatten die zartesten Parthien der Gegenstände nicht gehörig hervortreten. Will man das Licht vermindern oder dämpfen, so gebraucht man die Blendung (T. II. Fig. 2. *e'*), die man mit dem Finger durch Drehen um ihre Achse regulirt. Wenn die grosse Oeffnung derselben (Fig. 16. *b*) mit der Oeffnung des Objecttisches corresspondirt, so hat man viel Licht; man bekommt weniger, wenn man die Oeffnung *d* an ihre Stelle bringt. Wählt man die kleinste Oeffnung *c*, so hat man noch weniger Licht, die Umrisse der Gegenstände erscheinen dunkler, aber schärfer, die Diffraction ist geringer.

Dem Anfänger ist zu rathen, die Blendung so zu stellen, dass immer der Mittelpunct der Oeffnung *b*, *c*, *d* mit der Sehachse zusammenfällt, weil dann die Lichtstrahlen mehr parallel sind, die Beleuchtung gleichmässiger und die Diffraction geringer ist. Bisweilen wünscht man aber, einen Gegenstand mehr von der Seite zu beleuchten, um aus der Gestalt der Schatten auf die Form der Objecte zu schliessen, dann verrückt man die Blendung, so dass der Mittelpunct ihrer Oeffnung nicht mehr mit der Sehachse zusammentrifft und das Licht mehr schief, von einer oder der anderen Seite auf den Gegenstand fällt. Dasselbe erreicht man, wenn man, ohne die Blendung zu verrücken, den Spiegel hin und herdreht, in verschiedene Lagen bringt. Man erhält dann beschattete und beleuchtete Stellen des Objects und kann durch Veränderung der Lage des Spiegels oder der Blendung auch die Form und Richtung der Schatten verändern. Für viele feinere Untersuchungen sind diese Mani-

pulationen nützlich, ja nothwendig; aber sie erfordern einige Uebung und sind dem Anfänger nicht anzurathen.

Hat man ein Mikroskop, dem man eine horizontale Stellung geben kann, während der Objecttisch eine verticale Stellung annimmt, wie einige der Mikroskope von Schiek und Plössl und die von Pritchard, so kann man den Beleuchtungsspiegel entbehren. Man bringt sein Instrument in die Fig. 5. auf T. II. gezeichnete Stellung, indem man den Objecttisch *E* dem Lichte zukehrt, so dass die durch das Object gegangenen Lichtstrahlen in der Richtung von *b'* nach *B* in das Instrument gelangen. Diese Stellung des Mikroskopes ist natürlich nicht anwendbar bei Untersuchung von Flüssigkeiten, auch nicht bei Objecten, die man unter dem Mikroskope zu präpariren wünscht (weil das Object in den Objecttisch eingeklemmt werden muss, um nicht herauszufallen) und passt nicht bei sehr starken Vergrösserungen.

Beleuchtung opaker, undurchsichtiger Gegenstände. Will man opake Gegenstände bei geringeren Vergrösserungen untersuchen, so genügt es, das Object vom blossen Tages- oder Lampenlicht beleuchten zu lassen. Man dreht dann die Blendung so, dass ihr undurchbohrter Theil unter die Oeffnung des Objecttisches kommt und diese verschliesst. In solchen Fällen legt man das Object, statt auf ein gewöhnliches durchsichtiges Objectglas auf eine Platte von Ebenholz, von schwarzem Glase oder auf ein schwarzes Glanzpapier, weil es um so heller erscheint, je dunkler der Grund ist, auf dem es liegt.

Reicht das unverstärkte Licht nicht aus, so beleuchtet man das Object durch Beleuchtungslinsen. Die Linse wird in den Fuss des Mikroskopes eingesteckt (T. II. Fig. 2. *K*) oder in einen Falz des Rohres (*x* T. II. Fig. 3) eingeschoben, bisweilen wird sie an den Objecttisch befestigt oder von einem eigenen Gestelle getragen. Welche dieser Einrichtungen man bei seinem Mikroskope anbringen will, ist ziemlich gleichgültig, immer aber muss die Linse so gestellt werden, dass das Object

ungefähr in ihren Brennpunct zu stehen kommt. Ist die Linse planconvex, so thut man wohl, die plane Seite derselben dem Lichte und die convexe dem Objecte zuzukehren; man erhält dadurch eine hellere Beleuchtung des Objectes, als wenn man die Linse umkehrt. Diese Beleuchtungslinsen werden mit dem grössten Vortheile gebraucht bei Tageslicht, wenn das Fenster klein ist oder bis auf eine kleine Oeffnung verschlossen wird; bei künstlicher Beleuchtung muss man die Lampe so nahe als möglich an die Beleuchtungslinse bringen, weil die Beleuchtung in der Nähe der Flamme am intensivsten ist.

Zur Untersuchung opaker Gegenstände bei stärkerer Vergrösserung reicht man mit den Beleuchtungslinsen nicht aus: für diesen Fall dienen die Lieberkühn'schen Hohlspiegelchen. Man deckt sie entweder über das Object, so dass ihre Oeffnung den Objectivlinsen gestattet, sich dem Gegenstande hinreichend zu nähern, oder man befestigt sie an die Objectivlinsen selbst. In beiden Fällen müssen sie so gestellt werden, dass der Gegenstand in ihren Brennpunct zu stehen kommt. Bei ihrer Anwendung darf die Blendung nicht geschlossen werden und der Beleuchtungsspiegel muss dieselbe Lage erhalten, wie bei Beleuchtung durchsichtiger Gegenstände; er schickt von unten dem Hohlspiegelchen das Licht zu, welches von diesem auf das Object concentrirt wird. Natürlich darf hier der Gegenstand nicht auf eine schwarze Platte gelegt werden, weil diese das Licht des Spiegels abhalten würde: man wählt zum Objectträger entweder ein dünnes Glas oder steckt den Gegenstand an eine feine Nadel, welche horizontal an ein auf dem Objecttisch liegendes Stück Kork befestigt wird.

Ist die Beleuchtung in Ordnung gebracht (bei opaken Gegenständen geschieht dies zuletzt), so bringt man das Object auf den Objecttisch, so dass der Theil desselben, den man zu untersuchen wünscht, gerade über die Oeffnung des Objecttisches zu stehen kommt. Gewöhnlich hat man Nichts weiter nöthig; will man aber den Gegenstand unverrückt in seiner Lage festhalten, so klemmt man ihn entweder zwischen die zwei

Platten des Objecttisches, oder hält ihn, wo dieser einfach ist, durch den Halter des Objectträgers (T. II. Fig. 17) fest.

Man schraubt nun die Objectivlinsen an das untere Ende des Rohres und steckt oben das Ocular ein. Der Anfänger wird oft in Verlegenheit sein, welche Vergrösserung er zur Untersuchung eines Objectes anwenden soll; er macht in der Regel den Fehler, dass er zu starke Vergrösserungen nimmt. Wir geben daher den Rath, mit einer schwachen Vergrösserung zu beginnen, und erst dann, wenn diese nicht ausreicht, zu einer stärkeren überzugehen. Bei der Beschreibung der Objective und Oculare wurde bereits angegeben, wie man die stärkeren von den schwächeren unterscheidet. Hat man nun ein beliebiges Objectiv angeschraubt und ein Ocular (wir rathen, zuerst das schwächste zu nehmen) eingesteckt, so muss man den Gegenstand in den Focus der Objectivlinsen stellen. Dies geschieht dadurch, dass man entweder den Körper des Mikroskopes, oder wo dieser unbeweglich ist, den Objecttisch so lange auf oder abschraubt, bis der Gegenstand deutlich erscheint.

Bei den Mikroskopen, deren Körper beweglich ist, bewegt man diesen; dies geschieht bei Fig. 2. T. II., indem man das Triebrad x in Bewegung setzt. Man hat hier gewöhnlich, um das Objectiv bequemer anschrauben zu können, den Körper des Mikroskopes weit vom Objecttische entfernt, wird ihn also abwärts schrauben müssen, um das Object in den Focus zu bringen. Bei diesem Abwärtsschrauben muss der Anfänger, namentlich bei starken Vergrösserungen, sehr vorsichtig und langsam verfahren, weil er sonst sehr leicht mit den Objecttivlinsen auf das Object aufstösst, dasselbe zerstört und die Objectivlinsen beschädigt oder wenigstens beschmutzt. Man kann demjenigen, der zum ersten Mal mikroskopische Beobachtungen macht, nicht genug einschärfen, hierin recht vorsichtig zu sein, denn dies ist ein Fehler, den Anfänger sehr häufig machen und der unangenehme Folgen haben kann.

Bei den Oberhäuser'schen Mikroskopen (T. II. Fig. 3. u. 4) wird der Körper des Mikroskopes durch Reiben und Dre-

hen in dem Rohre (*F* 3. *a'* Fig. 4. *c'*) so lange auf oder ab bewegt, bis man den Gegenstand, wenn auch nur undeutlich, erblickt. Ist dies der Fall, so dient die feine Schraube (*e* Fig. 3. — *x* Fig. 4) den Gegenstand sehr allmählich zu nähern und ganz genau in den Focus zu stellen.

Steht der Körper des Mikroskopes fest und ist nur der Objecttisch beweglich, so muss letzterer durch die an ihm angebrachten Schrauben so lange auf oder ab bewegt werden, bis das Object sich am Focus befindet; so beim Mikroskop von Chevalier (T. II. Fig. 1), wo die grobe Bewegung des Objecttisches durch die Schraube *e'*, die feine durch die Schraube *e''* vermittelt wird.

Hat der Gegenstand nicht ganz horizontale Oberflächen oder ist die Vergrösserung sehr stark, so wird man, um verschiedene Theile des Objectes mit gleicher Deutlichkeit zu sehen, öfters während der Beobachtung den Focus verändern müssen. Dasselbe ist der Fall, wenn mehrere Personen nach einander ein Object betrachten wollen. Da nämlich für Kurzsichtige, wie schon früher erwähnt wurde, der Gegenstand der Objectivlinse etwas mehr genähert, bei Weitsichtigen etwas weiter von ihr entfernt werden muss, so wird fast jeder Beobachter das Instrument etwas anders stellen müssen, wenn es für ihn passen soll.

Braucht man stärkere Vergrösserungen, so schraubt man eine andere Objectivlinse oder ein neues Linsensystem auf, wobei man sich erinnern wird, dass die kleinsten Linsen immer die stärksten sind, oder man verlängert, wo dies angeht, das Rohr des Mikroskopes (indem man bei Fig. 1. T. II. das Rohr *b* mittelst der Schraube *x* aus dem Rohre *B* weiter herausschiebt), oder man steckt ein stärkeres Ocular ein. Wir bemerken hierbei, dass es vortheilhafter ist, durch Objectivlinsen, als durch Oculare zu vergrössern; im ersteren Falle wird der Gegenstand selbst, im letzteren nur sein Bild vergrössert, und dieses wird durch ein stärkeres Ocular zwar grösser, aber nicht schärfer und deutlicher. Für opake Gegenstände gebraucht

man mit Vortheil das aplanatische Ocular, oder die eigens dazu bestimmten Linsensysteme von Oberhäuser.

Will man grössere Gegenstände betrachten, so muss man diese unter dem Mikroskope hin- und herschieben, um allmählich ihre verschiedenen Theile in das Gesichtsfeld zu bringen. Ein Geübter bedient sich dazu am besten seiner beiden Hände, indem er dabei, um grössere Bequemlichkeit und Stetigkeit zu erzielen, die Ellenbogen auf den Tisch und die Finger auf den Objecttisch aufstützt. Ein Ungeübter, eine Person mit zitternden Händen, oder selbst der Geübtere, wenn er einen Gegenstand langsam und gleichförmig durch das Gesichtsfeld hinführen will, kann sich des beweglichen Objecttisches bedienen, dessen Einrichtung und Gebrauch schon oben beschrieben wurde. Man muss sich erinnern, dass das Bild des Gegenstandes im Mikroskope verkehrt erscheint, dass also das Bild nach rechts rückt, wenn der Gegenstand nach links geschoben wird und umgekehrt. Dies macht für den Anfänger das Handhaben eines Objectes unter dem Mikroskope, sein Fortrücken, namentlich aber Dissectionen unter dem zusammengesetzten Mikroskope unbequem. Man kann diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man das aufrichtende Prisma (T. I. Fig. 15) auf das Ocular steckt, wodurch das Bild dieselbe Lage erhält wie der Gegenstand. Doch gewöhnt man sich bald an die verkehrte Lage des Bildes und jener Apparat ist für den geübten Mikrotomen ganz überflüssig.

Wie man bei Messungen mikroskopischer Gegenstände zu verfahren hat, ist schon oben bei der Beschreibung der verschiedenen Mikrometer vollständig genug angegeben worden.

Ebenso verweisen wir wegen des Nachzeichnens derselben auf das entsprechende Capitel. Geduld und Uebung wird dem Anfänger bald die gewünschte Fertigkeit verschaffen, wenn er auch Anfangs nicht ganz zurecht kommen sollte. Doch müssen wir hierbei noch auf einen kleinen Vortheil in der Regulirung der Beleuchtung aufmerksam machen, dessen Nichtkenntniss oder Nichtbeachtung grosse Schwierigkeiten in den Weg legen

kann. Ist nämlich der Gegenstand mehr beleuchtet als das Papier und der Bleistift, so sieht man wohl das Bild des Objectes, nicht aber die Zeichnung: ist umgekehrt das Papier mehr beleuchtet als der Gegenstand, so sieht man zwar seine Zeichnung sehr deutlich, aber das Bild des Objectes nur unbestimmt. In beiden Fällen wird man im Finstern tappen und keine ordentliche Zeichnung zu Stande bringen. Man muss deshalb nach Erforderniss die Beleuchtung des Gegenstandes oder des Papieres schwächen oder verstärken, bis Bild und Bleistift gleich deutlich erscheinen. Die Beleuchtung des Gegenstandes schwächt man durch die Blendung oder durch Drehen des Spiegels, man verstärkt sie durch die Sammellinse; die des Papieres kann gemindert werden, wenn man einen Schirm vor dasselbe stellt. In manchen Fällen wird das Zeichnen bei Nacht besser gelingen als bei Tage, weil man dann die Regulirung der Beleuchtung durch mehrere Lichter und Lampen besser in seiner Gewalt hat.

Ein anderer nicht unwichtiger Gegenstand, der sich am naturgemässesten hier anschliesst, ist die gute Erhaltung und Reinigung des Mikroskopes.

Jedem Besitzer eines Mikroskopes wird natürlich daran liegen, sein Instrument in gutem Stande zu erhalten, er wird daher Alles abzuhalten suchen, was dasselbe beschädigen könnte. Es versteht sich von selbst, dass er es vor gröberen mechanischen Beschädigungen, vor Fallenlassen, Stössen u. dgl. zu schützen sucht, wenn dadurch auch nicht immer die Gläser oder andere Theile zerbrochen werden, so können doch Theile des Instrumentes verrückt, locker gemacht, die genaue Centration des Mikroskopes aufgehoben werden, Fehler, die man bisweilen nicht einmal merkt, und die doch grosse Nachtheile bei dem Gebrauche bringen. Dies gilt auch von derartigen Beschädigungen des Zubehöres, namentlich der Schraubenmikrometer. Auch bei chemisch-mikroskopischen Untersuchungen kann das Instrument leicht Schaden nehmen; Säuren und die Dämpfe derselben greifen die Metalltheile des Mikroskopes an; dasselbe gilt vom Schwefelwasserstoffgas, welches überdies auch die Lin-

sen verderben kann, da diese Blei enthalten. Man muss daher bei Arbeiten mit chemischen Reagentien alle Theile des Mikroskopes so gut als möglich schützen und die feuchtgewordenen Stellen sogleich mit einem trockenen Tuche abwischen. Ebenso wird man darauf sehen, dass das Instrument nicht aus dem warmen Zimmer an einen kalten Ort gebracht werde, weil es sich in diesem Falle mit Wassergas beschlägt: im Winter sollte man sich aus diesem Grunde ganz auf Untersuchungen im Zimmer beschränken und das Instrument nie ohne Noth aus letzterem entfernen.

Bei aller Vorsicht wird man es indess nicht vermeiden können, dass sich bisweilen Spiegel und Linsen mit Staub bedecken, mit Feuchtigkeit beschlagen, oder sonst beschmuzt und verunreinigt werden. Um Staub wegzunehmen, dienen feine Haarpinsel: zum Abwischen von Wasser oder anderen Feuchtigkeiten nimmt man entweder Stücken von feiner, schon mehrmals gewaschener Leinwand oder feines Handschuhleder: beides wird, sobald es beschmuzt ist, mit frischem vertauscht. Auch wenn die Gläser feucht sind, soll man sie vorher mit einem trockenen Haarpinsel gelind abreiben, um Staub u. dgl. wegzunehmen, welcher beim Abwischen die Gläser ritzen könnte. Man kann dann um so sicherer die Leinwand oder das Leder anwenden. Auch ist zu rathen, wenn man seine Gläser reinigt, sie nicht mit der Leinwand oder dem Leder abzureiben, sondern dieses in der einen Hand haltend, jene in der anderen, die Gläser an die Leinwand sanft anzudrücken und mehrmals um ihre Achse zu drehen: sollte ja ein Stäubchen oder Sandkörnchen der Leinwand oder dem Leder anhängen und das Glas ritzen, so wird der Ritz mit der Achse der Linse concentrisch und schadet der Brauchbarkeit derselben weit weniger, als wenn er quer über dieselbe liefe.

Auf gleiche Weise reinigt man die Objectgläser und Bedeckungsgläser mit feiner Leinwand oder Leder: sind sie fett geworden, so nehme man etwas ganz feines Kreidepulver (von der feinsten Kreide, die man unter dem Namen „spanisch Weiss,“

Blanc d'Espagne, kauft), welches das Fett einsaugt und sich mit einem trockenen Tuche leicht wieder abwischen lässt. Dasselbe Verfahren kann nöthigenfalls auch zur Reinigung der Linsen dienen.

Ursachen einer möglichen Täuschung beim Gebrauch des zusammengesetzten Mikroskopes.

Dass bei mikroskopischen Untersuchungen Täuschungen möglich seien, ist eine bekannte Sache; ja die Gegner der mikroskopischen Untersuchung und die Laien in ihr sind so sehr von der Wahrheit dieser Angabe durchdrungen, dass sie vorzüglich daher ihre Argumente gegen die Zulässigkeit mikroskopischer Untersuchungen in der Wissenschaft hernehmen. Einige gehen so weit zu behaupten, dass man nichts mit dem Mikroskop beobachten könne, ohne sich Täuschungen auszusetzen.

Diese Täuschungen sind indess nicht so zahlreich, als man gewöhnlich glaubt, und die Kenntniss ihrer Ursachen, mit etwas Uebung verbunden, reicht hin, sie zu vermeiden. Die möglichen Täuschungen beim Gebrauch des Mikroskopes sind von dreierlei Art: die erste derselben rührt von der Individualität des Beobachters oder seines Instrumentes her: sie sind sehr leicht zu vermeiden, und können nur den Anfänger irre führen. Die zweite Art beruht auf optischen Gesetzen und den Eigenschaften des Lichts; die neueren Fortschritte der Optik haben ihr Wesen erklärt und geben uns Mittel an die Hand, sie zu umgehen, oder, wo dies nicht möglich ist, wenigstens ihre Gegenwart zu erkennen. Die dritte Art endlich entspringt aus der Natur des zu untersuchenden Gegenstandes; es sind dieselben Täuschungen, welche auch bei anderen Untersuchungen mit unbewaffnetem Auge vorkommen können: für diese lassen sich keine bestimmten Regeln geben; sich von ihnen nicht täuschen zu lassen, ist die Aufgabe des genauen und sorgsamen Beobachters. Eben dadurch, dass er diese zu umgehen weiss, unter-

scheidet sich der gute Beobachter vom flüchtigen und ungenauen.

Wir wollen diese verschiedenen Puncte, welche zu Quellen der Täuschung bei mikroskopischen Untersuchungen werden können, hier etwas genauer betrachten:

1. Quellen der Täuschung, welche von der Individualität des Beobachters oder Instrumentes herrühren. Wenn die Gläser des Mikroskopes mit Staub bedeckt, oder sonst beschmuzt und verunreinigt sind, oder wenn ihre Masse nicht gleich ist, so dass sie Streifen, Flecken u. dgl. haben, so erscheinen diese Unreinigkeiten im Gesichtsfelde, bilden Streifen, Flecken oder Puncte von verschiedener Form, Grösse und Farbe in demselben und können von einem ungeübten Beobachter leicht dem untersuchten Gegenstande zugeschrieben werden. Man erkennt sie aber leicht daran, dass sie ihre Lage im Gesichtsfeld immer beibehalten, wenn der Gegenstand verrückt wird, dass sie sich dagegen drehen, wenn der Körper des Mikroskopes um seine Achse gedreht wird. Um sie wegzubringen (vorausgesetzt, dass sie nicht in der Masse des Glases selbst liegen), muss man die Gläser auf die oben beschriebene Weise reinigen, indem man das Mikroskop auseinanderschraubt. Deshalb ist es nothwendig zu wissen, ob die Flecken im Objectiv oder Ocular ihren Sitz haben. Sind sie am Ocular, so drehen sie sich, wenn man dieses um seine Achse dreht und verschwinden, wenn man dasselbe wegnimmt und ein anderes an seine Stelle setzt. Um zu erfahren, ob sie in den Objectivlinsen ihren Sitz haben, braucht man nur diese mit anderen zu vertauschen. Auch die Objectgläser haben häufig solche Flecken, die, wie bereits erwähnt, zu ähnlichen Täuschungen Anlass geben können.

Die Individualität des Beobachters kann gleichfalls Täuschungen veranlassen. Ist nämlich das Auge feucht, die Cornea mit Schleim bedeckt, so bewirkt dies Flecken im Gesichtsfeld, die man oft dem Objecte zuschreibt. Einzelne Kopfhaare oder die Haare der Augenwimpern bewirken gleichfalls Streifen, wenn sie

zufällig zwischen Auge und Ocular kommen. Hieher gehören auch die sogenannten *mouches volantes* oder Skotome, unregelmässig verschlungene schwarze oder graue Fäden, die sich vor das Object legen, bisweilen stille stehen, gewöhnlich sich aber nach einer Richtung fortbewegen, aus dem Gesichtsfeld verschwinden, wiederkommen und die Beobachtung sehr stören. Ich will mich hier nicht mit der Erklärung dieser Erscheinung befassen: sie liegen aber im Auge und lassen sich durch Schütteln des Kopfes häufig auf kurze Zeit wegbringen. Manche Personen leiden sehr an diesem Uebel.

2. Täuschungen, die ihren Grund in optischen Gesetzen und in der Natur des Lichtes haben.

Das Licht erleidet gewisse Veränderungen, indem es an undurchsichtigen Körpern vorbeigeht oder von ihnen zurückgeworfen wird. Da nicht jedem Leser die Erscheinungen der Beugung des Lichtes gegenwärtig sein dürften, so will ich die Grundphänomene hier kurz anführen.

Man lasse durch eine kleine Oeffnung, z. B. ein kleines Loch in einem Fensterladen einen Lichtcylinder in ein dunkles Zimmer treten, an dessen der Eintrittsstelle des Lichts entgegengesetzter Wand sich ein weisser Schirm befindet. Auf diesem Schirm entsteht eine der Oeffnung in der Form entsprechende erleuchtete Stelle. Hält man vor den Schirm einen undurchsichtigen Gegenstand, z. B. einen Stab, so wird dieser natürlich auf der erleuchteten Stelle des Schirmes einen Schatten machen, der Schatten ist aber grösser als gewöhnlich und wird, wenn das einfallende Licht sehr intensiv, also Sonnenlicht, ist, mit einem farbigen Saum umgeben erscheinen, der von den Farben des Regenbogens gebildet wird, das Blaue nach Innen, das Rothe nach Aussen. Aehnliche Farbensäume erscheinen im Innern des Schattens. Lässt man durch ein Prisma nur einfarbiges Licht einfallen, so sind die Farbensäume nur von einer Farbe und immer durch dunkle Zwischenlinien getrennt. Ist das Licht schwach, so erscheinen auch die Farben-

säume nur schwach und der Schatten ist von parallelen schwarzen und weissen Linien umgeben.

Diese Erscheinung, von den Optikern Beugung des Lichtes genannt, lässt sich noch besser durch ein von Meyer erfundenes und Inflexioskop genanntes Instrument beobachten. Es besteht dieses aus einem mehrere Fusse langen, inwendig geschwärzten Rohre, welches vorn durch einen mit einer kleinen Oeffnung versehenen Deckel geschlossen ist und hinten eine dem Auge entsprechende Oeffnung hat, in die zur genaueren Beobachtung der Erscheinung auch ein Vergrösserungsglas eingesetzt werden kann. Stellt man nun in dieses Rohr ein feines Gitter und sieht gegen das Licht, so erscheinen alle Fäden des Gitters mit Farbensäumen umgeben, ganz wie beim obenbeschriebenen Versuch der Schatten des Gegenstandes.

Etwas Aehnliches findet beim Mikroskop statt. Wir haben hier, wie beim Inflexioskop ein innen geschwärztes Rohr, in welches die Lichtstrahlen durch eine enge Oeffnung, die Oeffnung der Objectivlinsen eintreten; nur der Unterschied findet statt, dass beim Mikroskop der Gegenstand unmittelbar vor der Oeffnung, beim Inflexioskop im Rohre selbst sich befindet.

Die Beugung des Lichtes giebt aber beim Mikroskop Anlass zu zwei Quellen der Täuschung, von welchen ich die erste einfache Beugung (Diffraction), die zweite Beugung mit Farbenzerstreuung (Irisation) nennen will.

a. Diffraction. Betrachtet man bei gewöhnlichem Tageslicht oder nicht zu starkem Lampenlicht einen Gegenstand mit scharfen Contouren, z. B. die Schuppen von den Flügeln eines Schmetterlings, die Tracheen eines Insects, so erscheint bei stärkeren Vergrösserungen, wo die Oeffnung der Objectivlinsen nur gering ist, auch beim besten Mikroskop der Rand des Gegenstandes mit einer weissen Linie umgeben. Bei sehr feinen Gegenständen, z. B. den Primitivfasern des Zellgewebes, und bei sehr starken Vergrösserungen erscheint diese weisse Linie, die durch Diffraction entsteht, besonders deutlich. Sie kann machen, dass kleine zarte Fasern doppelt zu sein schei-

nen, dass eine Membran mehrere Schichten zu haben, ein Fetttröpfchen von einer Membran eingeschlossen zu sein scheint. Die Diffraction ist grösser, d. h. die durch sie bewirkte falsche Linie breiter, wenn sich der Gegenstand nicht genau in der gehörigen Entfernung von der Objectivlinse befindet. Sie wird vermindert durch gehörige Regulirung der Beleuchtung und kann ganz weggebracht werden, wenn das Licht nicht den Gegenstand durchdringt, sondern von ihm ausgeht, wenn sich also letzterer ganz genau im Focus des Beleuchtungsspiegels befindet. Am besten wird dies bewirkt durch den Beleuchtungsapparat von Dujardin.

b. Irisation. Beobachtet man bei Sonnenlicht oder allzuhellem Lampenlicht, so ist es nicht mehr eine weisse Linie, welche das Bild des Gegenstandes umgiebt, sondern ein Saum aus den Farben des Regenbogens. Jedes Blutkörperchen erscheint von einem Regenbogen umgeben, jede noch so kleine dunkle Stelle des Objectes trägt einen oder mehrere Säume von allen Farben und betrachtet man ein Gewebe, das aus feinen Theilen besteht, in dem dunklere und hellere Stellen in den kleinsten Parthien mit einander abwechseln, so glaubt man einen verworrenen Knäuel zu sehen, dessen Fäden, alle Farben des Regenbogens tragend, in allen Richtungen durcheinanderlaufen. Auch opake Gegenstände erscheinen ähnlich, wenn sie bei Sonnenlicht betrachtet werden.

Diese durch optische Täuschung entstandenen gewundenen Fasern oder Canälchen sind es, welche von früheren Beobachtern, Monro, Fontana etc. für die Elemente aller organischen Theile gehalten wurden. Damals war diese Täuschung unvermeidlich, weil jene Beobachter durch die Unvollkommenheit ihrer Instrumente gezwungen wurden, eine sehr starke Beleuchtung anzuwenden. Man verstand es nämlich damals nicht, mehrere Linsen übereinanderzusetzen, man wusste die sphärische Aberration nicht anders wegzubringen als dadurch, dass man den Linsen sehr kleine Oeffnungen gab und dies begünstigte natürlich jene Täuschungen im hohen Grade. Heut zu Tage hat man bessere

Instrumente mit grösserer Oeffnung, die daher mehr Licht zulassen und jene gefährliche Anwendung des Sonnenlichtes unnöthig machen. Und sollte ja ein Beobachter zu gewissen Untersuchungen das Sonnenlicht vorziehen, so kennt er die Möglichkeit der Täuschung und wird sich nicht von ihr hinreisen lassen.

3. Täuschungen, die von der Natur des untersuchten Gegenstandes herrühren.

Durch das Mikroskop sieht man das Bild eines Gegenstandes so, als wenn es auf einer Tafel gemalt wäre. Aus diesem Bilde soll man nun die Form eines Gegenstandes, seine physikalische Beschaffenheit bestimmen; dies ist aber nicht immer leicht. Gesetzt ein Object erscheine unter dem Mikroskop rund: der Beobachter darf damit nicht zufrieden sein, er muss zu bestimmen suchen, ob es eine Scheibe, eine Kugel, einen Kegel, einen Cylinder oder eine Schüssel bildet, denn alle diese Figuren zeigen in einer gewissen Stellung einen runden Umriss. Ebenso fragt man oft, ob ein Fleck, den man in der Mitte eines Gegenstandes sieht, von einem Loche in der Substanz oder vielmehr von einem dunkleren Kerne herrührt; man wünscht zu wissen, ob ein Gegenstand hart oder weich, elastisch oder nicht elastisch, ob er hohl oder solid ist. Diese und viele ähnliche Fragen hat ein mikroskopischer Beobachter zu lösen. Die Antworten darauf sind häufig sehr schwer und die Geschichte der mikroskopischen Beobachtung lehrt uns, dass es kaum einen mikroskopischen Gegenstand giebt, dessen Form und Beschaffenheit nicht von verschiedenen Beobachtern verschieden angegeben worden wäre. Wie lange stritt man sich nicht, ob die Blutkörperchen der Säugethiere Scheiben oder Kugeln wären, oder eine napfförmige Gestalt hätten; ob die sogenannten punctirten Gefässe der Pflanzen dieses Ansehen Löchern verdankten oder nicht!

Zur Vermeidung dieser Art von Täuschungen lassen sich kaum allgemeine Regeln geben: ein gesundes Auge, ein gewisser Sinn für Form, Schatten und Licht, angeborener Takt und

Geschick im Auffassen, vorzüglich aber Uebung werden am besten über diese Schwierigkeiten hinwegführen. Der Anfänger übe sich deshalb vor Allem, aus dem Umriss eines Körpers, aus der Vertheilung von Licht und Schatten, auf seine Form schliessen zu lernen. Er beginne damit, kleine Körper von bekannter Form, Krystalle, Wassertropfen, kleine Glaslinsen von verschiedener Form u. dgl. bei schwächeren Vergrösserungen zu betrachten; er wird dadurch lernen, wie sich eine Kugel von einer concaven Linse und diese von einem Cylinder in der Form und Vertheilung des Schattens unterscheidet.

Wird die Gestalt eines Körpers nicht sogleich klar, so beleuchte man ihn von verschiedenen Seiten durch Drehen des Spiegels oder der Blendung; die Veränderung des Schattens und Lichtes wird über seine Form Aufschluss geben.

Man suche mittelst des Rollers oder auch blos mit Hilfe des bedeckenden Glasplättchens den Gegenstand zu rollen, um ihn von verschiedenen Seiten zu sehen.

Ist das Object sehr klein, so lasse man es in einer Flüssigkeit schwimmen; es wird sich dabei drehen und von verschiedenen Seiten darstellen.

Man bringe wo möglich recht viele Exemplare eines Gegenstandes unter das Mikroskop; dadurch wird es sich gewiss treffen, dass einige eine andere Lage als die übrigen annehmen, wodurch man einen Schluss auf ihre Form ziehen kann.

Die Festigkeit oder Elasticität eines Körpers entdeckt man durch Druck, indem man ihn mit einem Glasplättchen oder mittelst des Quetschers presst.

Auf ähnliche Weise erhält man einen Begriff von seinem Inhalt; durch Pressen zerplatzt häufig die Hülle und der Inhalt tritt aus.

Diese kurzen Andeutungen mögen dem Leser einstweilen als Anhaltspuncte dienen. Die beste Schule ist die Praxis, die Anstellung eigener Untersuchungen unter Anleitung eines Lehrers oder nach guten Beschreibnngen. Die dritte Abtheilung dieses Werkes soll eine solche Anleitung ersetzen und den An-

fänger zu einem guten mikroskopischen Beobachter bilden, indem sie ihn stufenweise vom Leichteren zum Schwereren fortführt.

Von der Wahl eines Mikroskopes.

Wir haben im Vorhergehenden die verschiedenen Theile eines zusammengesetzten Mikroskopes beschrieben und die Art und Weise angegeben, wie man sich ihrer bedient. Wir wollen uns nicht damit begnügen: mancher Leser, der sich ein Mikroskop anzuschaffen wünscht, wird in Verlegenheit sein, wo er sich hinwenden soll, um es gut und brauchbar zu erhalten.

Damit nun Jedermann sich ein Mikroskop nach seinen Wünschen und Bedürfnissen anschaffen könne, sollen hier die Grundsätze angegeben werden, welche bei der Wahl eines Mikroskopes leiten müssen: nach diesen folgt eine Beschreibung der besseren Mikroskope aus den verschiedenen optischen Werkstätten mit Angabe der Preise, so weit ich Gelegenheit hatte, mich davon zu unterrichten.

Die Hauptsache, auf die man bei der Wahl eines Mikroskopes vor allem zu sehen hat, das erste und Haupterforderniss eines guten Instrumentes ist Klarheit und Schärfe des Bildes, dann vollkommener Achromatismus desselben; Erscheinungen, die hauptsächlich von der Güte der Linsen, vorzüglich der Objectivlinsen abhängen. Der in mikroskopischen Untersuchungen Geübte sieht gewöhnlich auf den ersten Blick, wie ein Instrument in dieser Hinsicht beschaffen ist; um indessen ganz genaue Resultate zu erhalten, muss man das zu prüfende Mikroskop mit einem anderen von bekannter Güte vergleichen, indem man beide an einem Orte aufstellt und dann durch beide denselben Gegenstand bei gleicher Vergrösserung und gleicher Beleuchtung betrachtet. Gegenstände, welche sich vorzüglich zur Prüfung der Schärfe und Klarheit eines Mikroskopes eignen, hat man Probeobjecte (*Test-Objects*) genannt und viele Optiker geben ihren Mikroskopen dergleichen bei, in Schiebern

von Holz, zwischen zwei Glasplatten eingelegt. Zu Probeobjecten eignen sich vorzüglich sehr zarte und feine Gegenstände, deren Theile und Structur nur durch sehr gute Instrumente vollkommen deutlich erscheinen. Man gebraucht dazu von opaken Gegenständen sehr zarte Krystalle, Schuppen von Schmetterlingsflügeln, feine Abschnitte von Pflanzentheilen, namentlich von Holzarten; als transparente Gegenstände ebenfalls Schuppen von Schmetterlingsflügeln, feine Durchschnitte von Pflanzentheilen, Spermatozoen u. dgl. Gröbere Gegenstände, wie Haare, Federn können nur für sehr schwache Vergrösserungen als Probeobjecte dienen.

Die Mikroskope, welche wir im Folgenden beschreiben werden, sind alle in Bezug auf Klarheit, Achromatismus und Schärfe des Bildes sehr brauchbar und wenn sich auch in dieser Hinsicht kleine Unterschiede zwischen ihnen finden sollten, so sind diese doch nicht so wesentlich, dass man dem einen oder anderen Instrument einen entschiedenen Vorzug einräumen könnte. Wem daher blos daran liegt, ein überhaupt brauchbares Instrument sich zu verschaffen, der kann sich ohne Bedenken an einen jener Optiker wenden: beim Ankaufe eines Mikroskopes von einem weniger bekannten Optiker dagegen ist anzurathen, dass man es vorher mit einem als gut bekannten Instrumente vergleiche.

Ein zweiter Hauptpunct ist die Vergrösserung eines Mikroskopes. An ein zu allen Untersuchungen brauchbares Instrument kann man die Anforderung stellen, dass es eine gewisse Stufenreihe von Vergrösserungen zulasse, schwächere für gröbere, und stärkere für zarte Gegenstände. Nothwendig sind für vollständige wissenschaftliche Untersuchungen eine Vergrösserung von 40—50 mal, eine von etwa 100 mal, eine von etwa 200, und eine von 4—500 mal Dchm. Vergrössserungen, welche zwischen den genannten in der Mitte liegen, sind zwar bisweilen wünschenswerth, aber nicht nothwendig; stärkere Vergrösserungen über 500 mal Dchm. wird man nicht oft anwenden und selten oder nie wirklich nöthig haben, denn mit der zuneh-

menden Vergrösserung nimmt die Klarheit ab und man sieht bei einer Vergrösserung von 1000 mal Dchm., wenigstens bei der gegenwärtigen Beschaffenheit unserer Mikroskope, selten mehr als bei einer 400 maligen. Daher sind Vergrösserungen von 1000 oder gar 2000 mal streng genommen ein blosser Luxus. Ueberhaupt gilt hier der Grundsatz: Nicht das Mikroskop ist das beste, welches die stärkste Vergrösserung giebt; sondern dasjenige, mit welchem man einen Gegenstand bei der schwächsten Vergrösserung noch deutlich sieht.

Wünschenswerth ist es, dass bei den starken Vergrösserungen die Objectivlinsen nicht gar zu nahe an den Gegenstand zu stehen kommen; dies ist ein Nachtheil, den die meisten französischen Mikroskope haben und der zootomische oder botanische Dissectionen unter dem Mikroskop erschwert.

Auch die Grösse des Gesichtsfeldes ist nicht unwichtig. Je grösser dieses ist, einen um so grössern Theil des Gegenstandes übersieht man zu gleicher Zeit und dies ist bei Untersuchungen ein grosser Vortheil. Ich werde im Folgenden vergleichende Messungen des Gesichtsfeldes einiger Mikroskope mittheilen.

Der Objecttisch und seine Einrichtung ist für Arbeiten unter dem Mikroskope sehr wichtig; je grösser er ist, um so mehr kann er fassen, um so bequemer und sicherer kann man die Gegenstände unter dem Mikroskope handhaben. Er soll ferner sehr fest und stark sein, damit er beim Druck darauf nicht nachgiebt. Es ist deshalb am besten, wenn er ganz unbeweglich ist oder nur eine geringe Bewegung zulässt; denn er gewinnt dadurch an Festigkeit. Vorzüglich für Dissectionen ist ein gut eingerichteter Objecttisch ein nothwendiges Erforderniss: in dieser Hinsicht gewähren die grossen Mikroskope von Oberhäuser die meisten Vortheile.

Die Bewegung, wodurch der Körper des Mikroskopes dem Object oder umgekehrt dieses jenem genähert wird, muss fein sein, damit der Gegenstand genau in den Focus gestellt werden kann. Es ist deshalb wünschenswerth, dass ausser der

groben Bewegung, welche durch das Triebrad, oder durch blosses Drehen des Körpers in seiner Hülse bewirkt wird, noch eine feinere Bewegung durch eine Mikrometerschraube möglich sei.

Die gewöhnliche Stellung des Mikroskopes, wenigstens bei den deutschen Instrumenten, ist die verticale. Sie reicht für die meisten Untersuchungen hin, selbst zum Nachzeichnen mikroskopischer Gegenstände. Doch gewährt für letzteres das knieförmig gebrochene Ocular grosse Bequemlichkeit.

Die schiefe oder horizontale Stellung des Mikroskopes bei verticalem Objecttisch (Fig. 5. T. II) hat einige Vortheile bei gewissen Untersuchungen, die aber ohne Schaden entbehrt werden können.

Die horizontale Stellung des Mikroskopes mit eingeschobenem Prisma, wobei der Objecttisch horizontal bleibt (T. II. Fig. 1), ist zum Beobachten und namentlich zum Zeichnen sehr bequem, doch verliert man durch das Prisma etwas Licht, wird es daher bei den stärksten Vergrösserungen nicht anwenden.

Für den Chemiker ist die Stellung des Mikroskopes, wo der Objecttisch sich über den Linsen befindet, und der pyrochemische Apparat sehr vortheilhaft; doch lassen sich die meisten chemischen mikroskopischen Untersuchungen auch mit dem gewöhnlichen verticalen Mikroskop anstellen.

Beleuchtung. Für durchsichtige Objecte genügt ein Hohlspiegel; für opake braucht man eine Beleuchtungslinse und, wenn man sehr viel mit undurchsichtigen Gegensänden arbeitet, auch ein Lieberkühn'sches Spiegelchen. Eine bewegliche Blendung unter dem Objecttisch sollte jedes Instrument haben.

Vom Zubehör war schon früher ausführlich die Rede, so dass jeder Beobachter nach Natur und Verschiedenheit seiner Untersuchungen wird entscheiden können, was er davon nöthig hat und was er allenfalls entbehren kann.

Die Mikroskope, welche gegenwärtig vorzüglich zu wissenschaftlichen Untersuchungen gebraucht werden und sich eines verdienten Beifalles erfreuen, sind folgende:

Da von der Wahl eines guten Mikroskopes so viel abhängt, hoffe ich durch die folgenden Darstellungen manchem Leser einen Dienst zu erweisen. Die Angaben sind alle zuverlässig: ich kenne alle beschriebenen Mikroskope, mit Ausnahme der Instrumente von Pistor, Hirschmann und Pritchard, aus eigener Anschauung und habe mehrere derselben durch mehrjährigen Gebrauch erprobt. Auf subtile Vergleichungen der Güte, Klarheit und Schärfe dieser verschiedenen Instrumente wollte ich mich hier absichtlich nicht einlassen; Urtheile der Art werden gar zu leicht einseitig und parteiisch: ich glaube aber mit gutem Gewissen versichern zu konnen, dass alle die im Folgenden beschriebenen Instrumente, welche ich zu prüfen Gelegenheit hatte, vollkommen brauchbar sind, und dass keines von ihnen unbedingt den Vorzug vor den anderen verdient. Wo ich mich auf Vergleichungen einliess, z. B. bei der Grösse des Gesichtsfeldes, habe ich genaue Messungen in Zahlen beigefügt, bei welchen kein Irrthum statt finden kann. Noch muss ich bemerken, dass die Preise nicht immer ganz feststehen, man darf sich also nicht wundern, wenn man bei Bestellungen die Preise um eine Kleinigkeit höher oder niedriger notirt finden sollte, als sie hier angegeben sind. — Um Wiederholungen zu vermeiden, wurden auch die Gegenstände, welche erst später beschrieben werden, einfache Mikroskope, Loupen, Gas- und Sonnenmikroskope hier mit aufgeführt.

1. Mikroskope von Schiek in Berlin.

Adresse: J. W. Schiek, Dorotheenstrasse Nro. 31. g. in Berlin.

Die Mikroskope von Schiek sind verticale Instrumente: ihre verschiedenen Arten unterscheiden sich nur in der Grösse und der Menge des Zubehöres von einander, sie gleichen in ihrer Form und Einrichtung alle der auf T. II. Fig. 2 gegebenen Abbildung.

Ihr Fuss (*A*) besteht aus 3 Metallstäben, welche beim Einpacken des Instrumentes zusammengeschlagen werden können. Vom Fuss geht eine Säule (*a*) aus, an welche der Objecttisch (*E*) unbeweglich befestigt ist; er hat unter sich eine bewegliche Blendung (*e'*). Der Spiegel (*J*) ist doppelt, auf der einen Seite ein Planspiegel, auf der anderen ein Hohlspiegel. Von der Säule *a* geht eine prismatische Metallstange *a'* aus; an welcher der Körper des Mikroskopes (*B*) durch ein Triebrad (*x*) auf- und abbewegt wird. Alle Schiek'schen Mikroskope haben blos eine grobe Bewegung, die feine fehlt. Auf Verlangen

wird das Gestelle *a* gebrochen, so dass der Körper und Objecttisch nicht nur vertical, sondern auch schief und horizontal (vgl. Fig. 5. T. II.) gestellt werden können.

Schiek giebt seinen Mikroskopen 6 achromatische Objectivlinsen bei, welche in verschiedenen Combinationen gebraucht werden können (die schwächste Linse ist mit Nro. 1 bezeichnet, die stärkste mit Nro. 6), ferner 3 — 4 gewöhnliche und ein aplanatisches Ocular (das aplanatische Ocular trägt Nro. 0, das schwächste einfache Ocular Nro. 1 u. s. f.), Beleuchtungslinse, verschiedenen Zubehör an Gläsern u. dgl.

Die verschiedenen Arten der Schiek'schen Instrumente und ihre Preise sind folgende (die Preise sind in Preuss. Courant; die Emballage wird extra berechnet):

1. Grösste Mikroskope, mit 6 aplanatischen Objectivlinsen, 1 aplanatischen Ocular, 5 einfachen Ocularen, 1 sphärischen Glasprisma (Prisma von Selligue) zur Lichtverstärkung, 1 grossen Lichtverstärkungslinse auf einem Gestelle, 1 Schraubenmikrometer, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Schiek'schen Compressorium, 1 Sömmerring'schen Spiegelchen zum Zeichnen, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 gewöhnlichen Handpincette, 4 Schiebern mit Probeobjecten, 6 langen, 6 runden Objectgläsern (Bedeckungsplättchen), 1 Loupe: Alles zusammen in einem sauber gearbeiteten, sehr hübsch eingerichteten Mahagonikästchen.

Die Vergrösserung geht von 18 bis 2500 Mal Dchm.

P. Ct. *Rthl.* 220

2. Dieselbe Grösse mit weniger Zubehör: enthält 6 aplanatische Objectivlinsen, 5 einfache Oculare, 1 Schraubenmikrometer, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Beleuchtungslinse für opake Objecte, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten - Nadelapparat, 1 Handpincette, 4 Schieber mit Probeobjecten, 6 runde, 6 lange Objectgläser, 1 Loupe, Alles in hübschem Mahagonikasten.

Vergrösserung 25 bis 2500 Mal Dchm. P. Ct. *Rthl.* 180

3. Mikroskope mittlerer Grösse enthalten 6 aplanatische Objectivlinsen, 3 einfache Oculare, 1 Beleuchtungslinse, 1 beweglichen Objecttisch, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 Handpincette, 4 Schieber mit Probeobjecten, 6 lange, 6 runde Objectgläser, Alles in hübschem Mahagonikasten.

Vergrösserung 25 bis 800 Mal Dchm. P. Ct. ℛ︀ℓ. 110

4. Kleinere Mikroskope (12 Zolle hoch) enthalten 6 aplanatische Objectivlinsen, 3 einfache Oculare (zwei davon mit Fadenkreuzen auf der Blendung), 1 aplanatisches Ocular, 1 Beleuchtungslinse, 1 Thierbüchse, 1 Pincetten-Nadelapparat, 1 Handpincette, 1 Objecthalter, 1 Loupe, 4 Schieber mit Probeobjecten, 5 lange, mehrere runde Objectgläser, mehrere dünne Bedeckungsgläser, 1½ zwei Linien dicke Platte von weissem Glase 20‴ lang, 16‴ breit für grössere Gegenstände, 1 Platte von schwarzem Glase für undurchsichtige Gegenstände, 1 zweites Exemplar der stärksten Objectivlinse (Nro. 6), die am leichtesten beschädigt wird, 1 Schiek'sches Compressorium; in hübschem Mahagonikasten.

Vergrösserung 17 bis 700 Mal Dchm. P. Ct. ℛ︀ℓ. 90

5. Dieselbe Grösse mit weniger Zubehör. Hier fehlt das aplanatische Ocular, das Compressorium, das zweite Exemplar der Objectivlinse Nro. 6, die schwarze Glasplatte, die grössere Platte von weissem Glase und die Bedeckungsplättchen. Alles Uebrige ist dasselbe, wie bei 4.

Vergrösserung 25 bis 700 Mal Dchm. P. Ct. ℛ︀ℓ. 70

Ein Schraubenmikrometer einzeln. ℛ︀ℓ. 30

Ein aplanatisches Ocular einzeln.

Ein Schiek'sches Compressorium.

Achromatische Loupen in Elfenbein gefasst. à ℛ︀ℓ. 4

Folgende Angaben der Grösse des Gesichtsfeldes und der Vergrösserung bei der kleinsten Art der Schiek'schen Mikroskope (Nr. 4 u. 5) können dem Leser als Anhaltspuncte der Vergleichung mit Instrumenten aus anderen Werkstätten dienen.

Der Kasten ist 1′ 6‴ Par. lang, 6″ breit, 2″ 10‴ hoch.

Vergrösserung und Gesichtsfeld.

Linse Nro. 1.	mit dem aplanatischen Ocular.	17 Mal Dchm.
do.	mit Ocular Nr. 1.	25 - -
Linse 1 + 2.	mit dem aplanat. Ocular . .	44 - -
	mit Ocular Nro. 1.	58 - -
Linse 1 + 2 + 3	mit dem aplanat. Ocular	67 - -
	mit Ocular Nro. 1.	90 - -
	Durchmesser des Gesichtsfeldes	0,76‴ Par.
Linse 2 + 3 + 5	mit d. aplanat. Ocular Vergr.	96 Mal Dchm.
	mit Ocular Nro. 1. . . -	125 - -
Linse 3 + 4 + 5	mit d. aplanat. Ocular -	115 - -
	mit Ocular Nro. 1. . . -	148 - -
Linse 4 + 5 + 6	mit d. aplanat. Ocular -	170 - -
	Durchmesser des Gesichtsfeldes	0,29‴ Par.
	mit Ocular Nr. 1. Vergröss.	220 Mal Dchm.
	Durchm. des Gesichtsfeldes.	0,29‴ Par.
	mit Ocular Nro. 2. Vergröss.	410 Mal Dchm.
	Durchm. des Gesichtsfeldes	0,18‴ P.
	mit Ocular Nro. 3. Vergröss.	700 Mal Dchm.
	Durchm. des Gesichtsfeldes.	0,13‴ P.

Die Vergrösserung ist bei einer Sehweite von 8 Par. Zollen bestimmt. Die obigen Zahlen, welche den Durchmesser, des Gesichtsfeldes und die Vergrösserung bei Anwendung der verschiedenen Objectivlinsen und Oculare ausdrücken, gelten strenge genommen nur von einem in meinem Besitz befindlichen Schiek'schen Mikroskop, doch sind sie für alle kleineren Schiek'schen Instrumente mit geringen Abweichungen dieselben.

Die Probeobjecte, welche Schiek seinen Mikroskopen beigiebt, sind Folgende: 1. Feder vom Kolibri, 2. Floh, 3. Flügel

von einer Mücke, 4. Flügel von einer Stubenfliege, 5. ein feiner Durchschnitt von Fliederholz, 6. ein dergl. von Rosenholz, 7. ein dgl. von Berberitzenholz, 8. ein dgl. von Akazienholz, 9. Hamsterhaare, 10. Mäusehaare, 11. Maulwurfshaare, 12. Fledermaushaare, 13—16. Schuppen von verschiedenen Schmetterlingen.

Der optische Theil der Schiek'schen Mikroskope, Objectivlinsen und Oculare ist sehr gut, die Messingarbeit vorzüglich schön und solid.

2. Mikroskope von Pistor in Berlin.

Die Instrumente von Pistor in Berlin, die ich nicht aus eigener Anschauung kenne, gleichen in ihrer Form und Einrichtung fast ganz den Schiek'schen: auch ihr Preis ist ungefähr derselbe. Sie sollen, wie jene, zu jeder Art mikroskopischer Untersuchung vollkommen brauchbar sein.

3. Mikroskope von Hirschmann sen. in Berlin.

Diese Mikroskope sind mir gleichfalls nicht aus eigener Anschauung bekannt, ich erlaube mir daher über ihre Güte und Brauchbarkeit kein Urtheil, und begnüge mich, die Preise derselben, wie sie Moser (Anleitung zum Gebrauche des Mikroskopes, Berlin 1839. S. 25) angiebt, hier anzuführen.

1. Grosses zusammengesetztes Mikroskop, mit 6 aplanatischen Objectivlinsen und 5 Ocularen.

Vergrösserung 20 bis 1500 mal Dchm. P. Ct. Rthl. 120

2. Zusammengesetztes Mikroskop mit 6 aplanatischen Objectivlinsen und 2 Ocularen.

Vergrösserung 20 bis 500 Mal Dchm. P. Ct. Rthl. 60

3. Zusammengesetztes und einfaches Reise- oder Taschenmikroskop mit 4 aplanatischen Linsen.

Vergrösserung 10 bis 200 Mal Dchm. P. Ct. Rthl. 35

Einfaches Mikroskop mit 4 Linsen, Vergröss. 10 bis 50 Mal Dchm. Rthl. 18

Sonnenmikroskop mit 4 achromatischen Objectivlinsen. Rthl. 60

Ein Schraubenmikrometer, die Objecte bis auf $\frac{1}{10000}$ Par. Zoll zu messen. , ... Rl. 30

Ein beweglicher Objecttisch. - 10

Ein Glasmikrometer, die Paris. Linie in 100 Theile getheilt. - 3

Ein desgl., die Paris. Linie in 200 Theile getheilt - 4

Mikrotomischer Quetscher nach Purkinje. - 6

Derselbe nach Schiek. - 5

Sömmerring'sches Spiegelchen zum Zeichnen - 6

4. Mikroskope von Merz in München.

Adresse: Utzschneider und Fraunhofer'sches optisches Institut, Müllerstrasse Nro. 11. in München.

Merz verfertigt mehrere Arten von Mikroskopen, von denen vorzüglich das zusammengesetzte prismatische Mikroskop hier etwas genauer beschrieben werden soll.

Ein auf 3 Füssen ruhendes Gestell trägt eine senkrechte Metallsäule, an welcher der Körper des Mikroskopes beweglich befestigt ist. Die Röhre des Körpers besteht aus zwei Theilen; schraubt man beide Theile aufeinander, so dass sie ein Rohr bilden, so hat man ein gewöhnliches verticales Instrument: wird der obere Theil weggelassen und das Ocular an das obere Ende des unteren Theiles geschraubt, so erhält man ein kürzeres Rohr mit etwas schwächerer Vergrösserung. Dem Mikroskop ist ein Stück mit einem Glasprisma beigegeben (ähnlich wie das Stück *c* T. II. Fig. 1); wird dieses auf das untere Rohr aufgesetzt und das obere Rohr mit dem Ocular horizontal an jenes Stück mit dem Prisma angeschraubt, so erhält man ein horizontales Mikroskop mit horizontalem Objecttisch. Der Objecttisch besteht aus zwei durchbohrten Platten, welche durch Federn gegen einander angedrückt werden und durch einen Hebel von einander entfernt werden können; er ist an das Gestell befestigt: eine Mikrometerschraube ertheilt ihm eine sehr feine Bewegung gegen den Körper des Mikroskopes. Unter dem Objecttisch befindet sich eine Blendung, welche aber nicht

horizontal, sondern vertical beweglich ist; durch Annäherung oder Entfernung derselben vom Spiegel wird die Beleuchtung vermindert oder verstärkt. Der Spiegel ist doppelt, auf der einen Seite ein Hohlspiegel, auf der anderen ein Planspiegel.

Diesem Mikroskop werden beigegeben: 1 Beleuchtungslinse, ein Pincettennadelapparat, 5 aplanatische Objectivlinsen, die auf verschiedene Weise mit einander combinirt werden können, 3 gewöhnliche Oculare und 1 Ocular, welches einen Sömmerring'schen Spiegel zum Nachzeichnen trägt. Das Ganze befindet sich in einem polirten Kasten.

Vergrösserung von 12 bis 1000 Mal Durchmesser.

Der Preis dieses Instrumentes ist im 24 Fl. Fuss. Fl. 330 - —

Die Preise der übrigen Instrumente sind:

1. Grosses zusammengesetztes Mikroskop (grösser als das vorige), mit Schraubenmikrometer, um die Durchmesser der Objecte bis auf $\frac{1}{100000}$ P. Zoll messen zu können, Beleuchtungsapparat, 6 aplanatischen Objectivlinsen, 1 doppelten und 1 einfachem Ocular und sonstigem Zubehör.

Vergrösserung 19 bis 380 Mal Dchm. . . . Fl. 572 - —

2. Kleinere Mikroskope mit Zubehör

a. mit 4 aplanatischen Objectiven und 2 Ocularen.

Vergrösserung 20 bis 225 Mal Dchm. . . . Fl. 136 - —

b. mit 3 aplanatischen Objectiven und einem Ocular.

Vergrösserung 20 bis 115 Mal Dchm. . . . Fl. 66 - —

Um die Vergrösserung bei 1. und 2. *a.* und *b.* noch verstärken zu können, werden auf Verlangen noch mehr Oculare beigegeben, von denen jedes 11 Fl. kostet.

Zusammengesetzte Loupen, Vergrösserung 5 bis 17 mal Dchm. à Fl. 5 - —

Einfache Loupen 1 Fl. 48 kr. — 2 Fl. 30 kr.

Mikrometer, die Pariser Linie in 100 oder 200 Theile getheilt, je nach der Feinheit der Theilung und Vollkommenheit der Ausführung. Fl. 5 bis 12 - —

Die Merz'schen Instrumente sind ganz gut und brauchbar.

Eine genauere Beschreibung des zusammengesetzten prismatischen Mikroskopes mit einer Abbildung desselben findet man in folgendem Schriftchen:

J. Doellinger, Nachricht von einem verbesserten aplanatischen Mikroskop etc. München 1829.

5. Mikroskope von Plössl in Wien.

Adresse: Simon Plössl, Alte Wieden, Feldgasse Nro 215 in Wien.

Die Mikroskope von Plössl sind vertical und gleichen in ihrer Form und Einrichtung denen von Schiek (T. II. Fig. 2). Plössl verfertigt mehrere Arten von verschiedener Grösse, mit mehr oder weniger Zubehör. Die grösste und vollständigste Art hat folgende Einrichtung.

Das Gestelle wird, wie bei den Schiek'schen, von 3 Füssen getragen, die sich zusammenschlagen lassen; an den Enden der Füsse sind Schrauben angebracht, um das Instrument genau horizontal stellen zu können. Das Gestelle (*a*) ist in der Mitte gebrochen, so dass man den Körper des Mikroskopes und den Objecttisch nicht nur vertical, sondern auch schief oder horizontal stellen kann. Der Objecttisch ist unbeweglich an das Gestell befestigt; er besteht aus zwei Platten, die durch Federn gegeneinander angedrückt werden, und hat keine Blendung. Der Körper des Mikroskopes wird durch ein Triebrad auf und ab bewegt, hat also nur eine grobe Bewegung. Die obere Platte des Objecttisches ist horizontal nach zwei Richtungen beweglich, bildet also einen beweglichen Objectträger.

Das Mikroskop hat 6 aplanatische Objectivlinsen, welche in verschiedenen Combinationen mit einander verbunden werden können; es hat 3 gewöhnliche und ein aplanatisches Ocular. Die Vergrösserung steigt von 20 bis 1500 Mal Dchm. Dem Mikroskop ist ferner beigegeben: ein Schraubenmikrometer, der Messungen bis zu $\frac{1}{100000}$ W. Zoll erlaubt, 2 Glasmikrometer, in $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{60}$ einer Wiener Linie getheilt, ein Prisma von Selligue, eine grosse Beleuchtungslinse auf einem eigenen Fuss, eine Thierbüchse, Pincettennadelapparat, 1 Handpincette, eine Loupe und mehrere andere Kleinigkeiten.

Preise der Plössl'schen Mikroskope im 20 Fl. Fuss (5 CFl. = 6 Fl. 24 Fl. Fuss).

Ein grosses Mikroskop, wie oben beschrieben, mit Schraubenmikrometer. CFl. 322 - —

Dasselbe ohne Schraubenmikrometer. . . . - 232 - —

Ein Sömmerring'sches Spiegelchen zum Zeichnen. CFl. 6 - —

Ein knieförmig gebogenes Ocular, um das verticale Mikroskop in ein horizontales mit horizontal stehendem Objecttisch zu verwandeln. — - —

Lieberkühn'sche Spiegelchen.

Elektrochemischer Apparat.

Ein Sonnenmikroskop mit vollständigem Zubehör. CFl. 100 - —

Kleinere zusammengesetzte dioptrische Mikroskope, nach demselben Typus wie das grosse, aber mit weniger Zubehör. von CFl. 40 bis 90 - —

Ein kleines botanisches Mikroskop mit Lieberkühn'schen Spiegeln und anderem kleinen Zubehör.

CFl. 5 bis 12 - —

Die Linsen und der optische Theil der Plössl'schen Mikroskope überhaupt sind von vorzüglicher Güte.

6. Mikroskope von Oberhäuser in Paris.

Adresse: Georges Oberhäuser, *Opticien, Place Dauphine* Nro. 19. à Paris.

Oberhäuser verfertigt zwei Arten Mikroskope, die in ihrer Einrichtung wesentlich von einander verschieden sind:

1. Grössere Mikroskope, die wir auf T. II. Fig. 4. abgebildet haben. Ihr Fuss *A* ist sehr stark und schwer aus Messing verfertigt; er ist vorn ausgeschnitten, damit das Licht auf den Hohlspiegel *a* gelangen kann. Der Objecttisch *E* besteht aus einer durchbohrten Platte von schwarzem Glase, welche nicht von Säuren angegriffen wird und leichter gereinigt werden kann als eine Metallplatte. Er lässt sich um seine Achse ganz

frei bewegen, so dass die Objecte, ohne sie zu verrücken, von allen Seiten beleuchtet werden können. Der Körper des Mikroskopes (*B*) lässt sich in der Hülse *c'* auf- und abschieben: dies dient als grobe Bewegung; die Mikrometerschraube *x* dient, das Object genau in den Focus zu stellen: sie lässt eine sehr feine Bewegung zu. Der Körper des Mikroskopes sammt seinem Gestelle (*C*, *c* und *c'*) kann bei *e* abgenommen werden, damit man grössere Gegenstände auf dem Objecttische präpariren kann, ohne durch den Körper des Mikroskopes genirt zu sein: braucht man die Linsen, so kann man das Gestelle mit dem Körper wiederaufstecken, ohne das Object im Geringsten zu verrücken.

Auf Verlangen wird der Dujardin'sche Beleuchtungsapparat (T. II. Fig. 4*) beigegeben.

2. Mittlere Mikroskope mit ganz gleicher Einrichtung, aber von etwas kleinerem Durchmesser.

3. Kleine Mikroskope, auf T. II. Fig. 3. abgebildet. Eine kurze, vorn ausgeschnittene Metallröhre *a*, die beim Gebrauche auf die Metallplatte *A* aufgeschraubt wird, trägt den Objecttisch *E*. Von ihr geht die Röhre *a'* aus, in welcher der Körper des Mikroskopes *B* auf und ab geschoben werden kann; die feine Bewegung des Objecttisches wird durch die Schraube *e* bewirkt. Der Spiegel ist einfach, ein Hohlspiegel. Das Rohr *a'* hat bei *x* einen Falz zur Aufnahme der Beleuchtungslinse für opake Gegenstände oder eines Schirmes zur Abhaltung des falschen Lichtes für durchsichtige Objecte.

Bei den einfachsten Mikroskopen dieser Art ist der Objecttisch schmal und ohne Blendung. Auf Verlangen wird das Mikroskop bei *z* ausgebogen, wie die Zeichnung es angiebt, wodurch der Objecttisch breiter wird, und unter demselben wird eine bewegliche Blendung (Fig. 16) angebracht (*Microscope coudé avec diaphragme mobile*).

Der optische Theil ist bei beiden Arten von Mikroskopen ganz gleich, er besteht aus mehreren Linsen und Linsensystemen (von denen die stärkeren nicht auseinandergeschraubt wer-

den dürfen), die von Nro. 1 bis Nro. 9 steigen, und aus mehreren Ocularen (von Nro. 1 bis Nro. 6), mit verschiedenem Zubehör an Glasplatten, Bedeckungsgläsern, Messerchen, Nadeln, in einen Griff von Holz gefasst, einer Beleuchtungslinse, Mikrometern u. s. w.

Preise der Oberhäuser'schen Mikroskope in Franken (sie sind nicht ganz bestimmt, sondern schwanken einigermaassen nach Einrichtung, Zubehör und Güte der Instrumente):

Grosses Mikroskop mit zwei Linsensystemen, 2 Ocularen, verschiedenem Zubehör an Objectgläsern, Messerchen, Nadeln etc. zum Präpariren

ohne Dujardin'schen Beleuchtungsapparat c^a Fs. 250

mit demselben. c^a Fs. 350

Mittleres Mikroskop mit derselben Einrichtung und denselben Vergrösserungen

ohne Dujardin'schen Apparat c^a Fs. 200

mit demselben. c^a Fs. 300

Kleines Mikroskop ohne Blendung und mit kleinem Objecttisch, mit denselben Vergrösserungen, Beleuchtungslinse, verschiedenem Zubehör an Nadeln, Messerchen etc. in elegantem Kästchen von Acajou. . c^a Fs. 120

Kleines Mikroskop mit derselben Vergrösserung und Einrichtung, aber mit Blendung und grösserem Objecttisch (*Petit microscope coudé à diaphragme mobile*). c^a Fs. 135

Wünscht man stärkere Vergrösserungen, oder eine grössere Auswahl derselben, so kann man sich mehr Linsensysteme und Oculare beigeben lassen. Diese kosten einzeln:

Linsensystem Nro. 1.	Fs. 18
- - - 2 bis 4, jedes	- 20
- - - 5	- 21
- - - 6	- 22
- - - 7 und 8, jedes	- 30
- - - 9	- 35
Ein eigenes Linsensystem für opake Gegenstände.	- 35
Jedes Ocular (Nro. 1 bis 6) kostet einzeln . . .	- 10

Ein beweglicher Objecttisch. Fs. 25
Ein Spitzenmikrometer (*Tuyau à rappel*). . . - 25
Ein Glasmikrometer im Ocular (*Tuyau micrométrique*). - 25
Ein Glasmikrometer in Messing gefasst.

Als Anhaltspuncte für Vergleichungen dieser Instrumente mit anderen will ich Grösse des Gesichtsfeldes und Vergrösserungen eines kleinen Oberhäuser'schen Mikroskopes, welches ich besitze, hier beifügen. Sie dienen ebenso für die grösseren Instrumente dieses Optikers, da bei diesen der optische Theil ganz derselbe ist.

Der Kasten des Mikroskopes hat eine Länge von $9\frac{1}{2}$ Zoll, ist $4\frac{3}{4}$ Zoll breit und $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch.

Vergrösserungen und Gesichtsfeld.

1. Linsensystem Nro. 4 mit Ocular Nro. 2.
 Vergrösserung. 38 Mal Dchm.
 Durchmesser des Gesichtsfeldes. . . $1\frac{1}{6}'''$ Par.

Durch Abschrauben der untersten Linse des Linsensystems kann man eine noch schwächere Vergrösserung erhalten.

2. Linsensystem Nro. 7.

a. ohne die unterste Linse mit Ocular Nr. 2.
 Vergrösserung. 120 Mal Dchm.

b. alle drei Linsen
 mit Ocular Nr. 2. Vergrösserung. . 160 - -
 Dchm. des Gesichtsfeldes $0{,}26'''$ P.
 mit Ocular Nr. 5. Vergrösserung. . 330 Mal Dchm.
 Dchm. des Gesichtsfeldes $0{,}23'''$ P.

3. Linsensystem Nro. 9
 mit Ocular Nro. 5. Vergrösserung. 600 Mal Dchm.
 Dchm. des Gesichtsfeldes $0{,}15'''$ P.

Man sieht sogleich, dass man durch Combination der 3 Linsensysteme mit den 2 Ocularen noch mehrere Zwischenvergrösserungen erhalten kann, die ich hier weggelassen habe. Diese Vergrösserungen sind von mir selbst bei 8 Par. Zoll Sehweite

bestimmt, was ich deshalb bemerke, weil Oberhäuser mit anderen französischen Optikern eine Sehweite von 10 Zoll annimmt, wodurch die von ihm angegebenen Vergrösserungen natürlich etwas bedeutender ausfallen. Die Objectivlinsen der Oberhäuser'schen Mikroskope sind übrigens viel stärker als die der deutschen Optiker und seine Oculare verhältnissmässig schwächer; man kann daher bei seinen Mikroskopen durch stärkere Oculare leicht Vergrösserungen von 1000—3000 Mal Dchm. erhalten, freilich ohne dass man etwas dabei gewinnt.

Die Oberhäuser'schen Mikroskope sind sehr gut und brauchbar: die grösseren eignen sich wegen der sehr bequemen Einrichtung des Objecttisches vorzüglich für Zootomen, lassen sich aber wegen ihrer Schwere nicht gut transportiren. Die kleineren dagegen sind wegen ihrer geringen Grösse und Compendiosität vorzüglich Reisenden zu empfehlen; sie verdienen in dieser Hinsicht vor allen Instrumenten, die ich kenne, den Vorzug, während sie an Güte des optischen Theiles keinem Mikroskope nachstehen.

7. Mikroskope von Lerebours in Paris.

Adresse: N. P. Lerebours, *Opticien*, *Place du Pont Neuf*, Nro. 13. à Paris.

Lerebours verfertigt mehrere Arten von Mikroskopen, von denen die grösseren, wiewohl brauchbar, sich keiner grossen Verbreitung erfreuen. Die kleineren dagegen wurden wegen ihrer grossen Billigkeit von verschiedenen Seiten empfohlen, unter andern im Jahre 1839 in der Augsburger allgemeinen Zeitung. Ueber diese will ich daher hier einige kurze Angaben mittheilen.

Lerebours kleine Mikroskope gleichen in ihrer Form und Einrichtung fast ganz den kleinen Mikroskopen von Oberhäuser, sind aber noch einfacher als diese; ihr Objecttisch ist noch kleiner und es fehlt bei ihnen die feine Bewegung des letzteren. Sie haben eine Blendung, 2 Oculare und 3 Objectivlinsen, durch deren verschiedene Combinationen man Vergrösserungen bis zu

3 oder 400 Mal Dchm. erhalten kann. Der Preis dieser Instrumente ist 80 bis 90 Fs. Sie sind zwar zur Noth zu wissenschaftlichen Untersuchungen brauchbar, stehen aber den kleineren Mikroskopen von Oberhäuser an Güte weit nach, wie ich mich bei einer Vergleichung beider Arten von Instrumenten überzeugt habe.

Wer sich genauer über die Einrichtung dieser Instrumente zu belehren wünscht, findet eine Beschreibung derselben in dem von Lerebours herausgegebenen Schriftchen: *Description d'un microscope achromatique simplifié par N. P. Lerebours. Paris chez Bachelier, Quai des Augustins Nro.* 55. 1839.

Man bekommt ausserdem bei Lerebours noch sehr billige Glasmikrometer (für einige Franken), zwar nur auf Fensterglas getheilt, aber richtig, und als Grundlage zur Bestimmung der Geltung eines Mikrometers im Ocular etc. vollkommen brauchbar; sie sind in Theile eines Millimètre getheilt.

Ebendaselbst kauft man durchbohrte Spiegelchen zum Zeichnen mit Planspiegel und Gestell für verticale Mikroskope eingerichtet um etwa 20 Fs.

8. Mikroskope von Chevalier in Paris.

Adresse: Charles Chevalier, *Ingénieur — Opticien, Palais royal, Galerie de Valois* Nro. 163. *à Paris* (dort ist das Verkaufsgewölbe; seine Wohnung und Fabrik befindet sich: *Rue neuve des bons enfans.* Nro. 1).

Chevalier verfertigt auf Bestellung alle Arten von Mikroskopen mit jeder Einrichtung, die man verlangt, sehr gut und brauchbar. Er liefert indessen einige Arten Mikroskope, welche für jeden Zweig der mikroskopischen Untersuchung gleich brauchbar und deshalb vorzüglich zu empfehlen sind. Diese sollen hier etwas genauer beschrieben werden:

1. Das grosse Universalmikroskop (*grand microscope universel*), auf T. II. Fig. 1. abgebildet. Die Säule *A* wird auf den Kasten des Mikroskopes aufgeschraubt; sie trägt das Querstück *a*, welches durch ein Charniergelenk an ihr beweglich ist.

An der anderen Seite des Querstückes *a* ist der Körper des Mikroskopes *B* gleichfalls durch ein Charniergelenk beweglich befestigt. Von der Mitte des Querstückes *a* geht der Stab *a'* nach abwärts. An ihm ist der Objecttisch *E* mittelst der Hülse *e* beweglich befestigt und kann durch das Triebrad *e'* auf- und abgeschraubt werden: dies giebt die grobe Bewegung des Objecttisches, die feine wird durch die Schraube *e''* vermittelt. Der Objecttisch trägt oben den Objecthalter *g*, unten eine bewegliche Blendung *γ* und eine Sammellinse *h*, welche auf- und abgeschraubt werden kann, um das Licht gerade auf dem Objecte zu concentriren. Unter dem Objecttisch ist der Spiegel *J* an dem Stabe *a'* beweglich befestigt; er kann auf- und abwärts geschoben werden und wird durch die Schraube *i* festgestellt; der Spiegel ist doppelt, auf der einen Seite ein Hohlspiegel, auf der andern ein Planspiegel. Der Körper des Mikroskopes besteht aus der Röhre *B*, in welcher eine zweite Röhre *b* mittelst der Schraube *x* heraus- und hineingeschoben werden kann; eine Skale auf *b* zeigt den Grad der Verlängerung und Verkürzung an. Je weiter das Rohr *b* herausgeschoben wird, um so stärker ist die Vergrösserung und umgekehrt. Das Rohr *b* trägt in *ββ* einen schwarzen Schirm, um das falsche Licht vom Auge abzuhalten und in *b'* das Ocular. Am anderen Ende des Rohres *B* ist das Stück *c* so eingeschoben, dass es um seine Achse gedreht werden kann. Es hat in seinem Innern ein rechtwinkliges Glasprisma, dessen Hypotenuse mit dem Horizont einen Winkel von 45° bildet und das Bild des Gegenstandes dem Oculare zuwirft. In *c* ist das Stück *d* eingeschoben, welches an seinem unteren Ende die Objectivlinsen trägt. Die beschriebene und in Fig. 1 abgebildete Stellung des Mikroskopes ist die horizontale bei horizontalem Objecttisch.

Will man das Mikroskop in ein verticales verwandeln, so entfernt man das Stück *c* mit dem Prisma, steckt das Stück *d* mit den Objectivlinsen unmittelbar in das Rohr *B*, und dreht dieses an dem Charniergelenke des Stückes *a* so, dass es die verticale Stellung *B'* bekommt. Alles Uebrige bleibt wie zuvor.

Für chemische Experimente wird das Mikroskop in die T. II. Fig. 6. abgebildete Stellung gebracht. Man lässt Alles wie bei Fig. 1, dreht aber das Stück *c* mit *d* im Rohre *B* um einen halben Kreisbogen, so dass die Objectivlinsen nach oben stehen. Man steckt nun den Stab *α' α'*, welcher Objecttisch und Beleuchtungsspiegel trägt, mittelst eines Ringes an das Stück *d*. Will man Hitze anwenden, so nimmt man den gewöhnlichen Objecttisch weg, und setzt an seine Stelle den pyrochemischen Apparat *E* (Fig. 6), der durch 2 Spirituslampen *f f* erhitzt werden kann.

Man kann diesem Instrument auch eine solche Stellung geben, dass man durchsichtige Gegenstände ohne Beleuchtungsspiegel bei einem nicht reflectirten Tages- oder Lampenlichte betrachten kann. Zu diesem Zwecke giebt man ihm eine horizontale Lage mit verticalem Objecttisch. Man stellt das Mikroskop erst vertical (Fig. 1, doch so, dass der Körper *B* sich in *B'* befindet) und dreht dann das ganze Instrument an dem Charnier zwischen *A* und a um einen Viertel Kreisbogen; man bekommt dadurch die Stellung T. II. Fig. 5.

2. Kleineres Universalmikroskop. Da das beschriebene grosse Universalmikroskop wegen seiner sehr complicirten Einrichtung sehr theuer ist, so verfertigt Chevalier auch kleinere Universalmikroskope mit einfacherer Einrichtung, die dieselben verschiedenen Stellungen zulassen.

Hier bewegt sich die Röhre *b* im Rohre *B* nicht mehr durch eine Schraube, sondern wird blos geschoben; das Stück *c* ist viel einfacher, ebenso der Objecttisch, welcher blos eine grobe, keine feine Bewegung hat und keine Sammellinse trägt. Für chemische Untersuchungen ist kein besonderer Objecttisch vorhanden, sondern das ganze Instrument wird umgekehrt, so dass der gewöhnliche Objecttisch über die Linsen zu stehen kommt. Bei diesen kleineren Mikroskopen kann der ganze Körper weggenommen und an seine Stelle eine einfache Linse gesetzt werden, so dass man nöthigenfalls das zusammengesetzte Mikroskop in ein einfaches verwandeln kann. Ueberdies sind beim

kleineren Universalmikroskop alle Dimensionen viel kleiner als beim grossen.

Die Vergrösserungen dieser Instrumente steigen bis zu ungefähr 1000 Mal Dchm.; ihr optischer Theil ist gut, die Messingarbeit, namentlich bei den grösseren, sehr elegant. Der Preis der kleineren Universalmikroskope beträgt etwa 300 Fs. der der grossen je nach Complication der Einrichtung und Menge des Zubehörs 800—1000 Fs.

Bei Chevalier kann man überdies fast allen mikroskopischen Zubehör besonders haben; Sonnenmikroskope, einfache Mikroskope mit Gestell (vgl. T. II. Fig. 8) mit einfachen und doppelten Linsen (*doublets*), den Polarisationsapparat, den elektrochemischen Apparat, das aufrichtende Prisma, das bewegliche Objectiv, die *Chambre claire* (durchbohrtes Spiegelchen) zum Nachzeichnen mikroskopischer Objecte, Glasmikrometer, Goniometer, das Schiek'sche Compressorium, bewegliche Objecttische und andere dergleichen Gegenstände.

Eine genauere Beschreibung dieser Mikroskope mit Abbildungen derselben findet man in der sehr werthvollen Schrift von Chevalier: *Des microscopes et de leur usage par Charles Chevalier. Paris chez Crochard, Place de l'Ecole de médecine*, 1839 mit 5 grossen sehr schön ausgeführten Kupfertafeln.

9. Mikroskope von Pritchard in London.

Adresse: Andrew Pritchard, *Picket street*, *Strand*, *London.*

Die zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope von Pritchard, nach Dr. Goring's Angabe verfertigt und deshalb „*Goring's operative aplanatic Engiscopes*" genannt, sind Fig. 5. T. II. abgebildet, und zwar in horizontaler Stellung.

A ist das Gestelle, welches wie bei den Schiek'schen Mikroskopen von 3 zusammenschlagbaren Füssen getragen wird. An seinem oberen Ende trägt es an einem Kugelgelenke die Stange *a a*; diese kann mittelst der Schraube *a* in einer horizontalen (wie auf der Abbildung), verticalen oder schiefen Stel-

lung befestigt werden. Die Stange *a* trägt den Objecttisch *E*, ferner die Sammellinse *H* und den Spiegel *J*. Diese sind mittelst ihrer Hülsen an der Stange beweglich, können auf und ab bewegt, auf die Seite gedreht (wie in der Abbildung) oder auch ganz weggenommen werden. Der Spiegel *J* ist elliptisch, seine Rückseite ist zu Beobachtungen im Sonnenlichte mit Gyps überzogen. Der Objecttisch hat unter sich eine Blendung. Die Stange *a* ist im Innern hohl; sie trägt in sich den 6 seitigen Stab *a'*, an welchen der Körper des Mikroskopes befestigt ist: er kann durch eine Schraube auf und ab bewegt werden. An dem Stabe *a'* ist das Metallstück *C* so befestigt, dass es um seine Achse gedreht werden kann. Von ihm geht auf der einen Seite der Stab *c'* aus, welcher bei *d* ein durchbohrtes Schüsselchen hat, in das eine Edelsteinlinse eingelegt werden kann. Dem Stab *c'* gegenüber trägt ein anderer Stab *c* den Körper des Mikroskopes mit den Objectivlinsen *b'* und dem Ocular *b*. Dreht man *C* um seine Achse, so kann man den Gegenstand statt mit dem zusammengesetzten Mikroskope *B* mit der einfachen Linse *d* untersuchen.

Pritchard's Mikroskope haben eine grosse Menge Zubehör: mehrere Objectivlinsen und Oculare, aufrichtendes Prisma, Beleuchtungslinsen, Lieberkühn'sche Spiegelchen, den einfachen Stiefel (Fig. 14), den Stiefel mit seitlicher Oeffnung (Fig. 15), ein Glasprisma mit parallelen Flächen zum Zeichnen (Fig. 24), Thierbüchsen, Thierbüchsen für Wasserthiere (*aquatic live-boxes*), die Büchse mit schwarzem Grund (*black-ground-box*), Pincettennadelapparat, feine Messerchen, Scherchen u. dgl.

Preise von Pritchard's Mikroskopen (die Preise sind in Pfund und Schilling Sterling: das Preisverzeichniss ist schon vom Jahre 1833; ich kann nicht dafür stehen, ob gegenwärtig die Preise noch dieselben sind):

Goring's operative aplanatic Engiscope £ 30 - —

Einfache Mikroskope mit einem Gestell auf 3 Füssen, fünf aplanatischen Linsensystemen, einer Edelsteinlinse und

zwei Linsen im Lieberkühn'schen Spiegelchen für opake Objecte (Pritchard's *Jewel and Doublet Microscope*). £ 10 10 sh.

Dasselbe mit einfacherem Gestelle, statt der Edelsteinlinse eine Glaslinse. £ 8 8 —

Bewegliche Objecttische - 1 1 —

Achromatische zusammengesetzte Mikroskope, dem einfachen Mikroskop angepasst. . . . von £ 5 bis 15 - —

Taschenmikroskop mit 4 Linsen, die 7 Vergrösserungen geben, nebst Zubehör. £ 2 2 —

Eine Auswahl Thierbüchsen für Wasserinsecten. - 1 4 —

Dieselben mit Mikrometern. - 2 2 —

Einfache und doppelte Linsen.

Eine doppelte Linse (*Doublet*) mit 100 maliger Vergrösserung im Dchm. £ 1 - —

Eine einfache Linse, Vergr. 100 Mal Dchm. . - — 10 —

Dieselbe mit Lieberkühn'schem Spiegelchen. . - — 18 —

Ein Doublet, Vergr. 200 Mal Dchm. - — 10 —

Einfache Linse, Vergr. 200 M. Dchm. - — 14 —

Dieselbe mit Lieberkühn'schen Spiegelchem . - 1 2 —

Ein Doublet, Vergr. 300 M. Dchm. - 1 15 —

Einfache Linse, Vergr. 300 M. Dchm. - — 16 —

Dieselbe mit Lieberkühn'schem Spiegelchen. . - 1 4 —

Ein Doublet, Vergr. 400 M. Dchm. - 2 - —

Eine einfache Linse Vergr. 400 M. Dchm. . - — 18 —

Ein Doublet, Vergr. 500 M. Dchm. - 2 10 —

Eine einfache Linse 500 M. Dchm. - 1 4 —

Ein Doublet, Vergr. 600 M. Dchm. - 3 - —

Eine einfache Linse Vergr. 600 M. Dchm. . . - 1 10 —

Ein Doublet, Vergr. 800 Mal Dchm. - 3 3 —

Eine einfache Linse Vergr. 800 M. Dchm. . . - 1 15 —

Pritchard's Mikroskope kenne ich nicht aus eigener Anschauung, sie sollen aber sehr gut sein.

Genauere Beschreibungen derselben mit Abbildungen findet man in folgenden Schriftchen: Von *Goring's operative aplana-*

tic Engiscope in „Microscopic illustrations etc. by C. R. Goring, M. D. and Andrew Pritchard. London Whittaker, Treacher and Arnot, Ave-Maria-Lane 1833. — Vom einfachen Mikroskop und Taschenmikroskop in: „*Microscopic Cabinet by Andrew Pritchard. London* 1832. —

10. Mikroskope von Amici in Modena.

Amici, dieser berühmte Meister, der sich um die Vervollkommnung der Mikroskope so grosse Verdienste erworben hat, verfertigt Mikroskope, die sich seit langer Zeit eines grossen Rufes und einer gewissen Berühmtheit erfreuen. Die bekanntesten darunter sind die horizontalen Mikroskope. Sie gleichen in ihrer äusseren Einrichtung dem Universalmikroskop von Chevalier in horizontaler Stellung (Fig. 1), aber der Körper ist unbeweglich mit dem Gestelle verbunden, und das Prisma kann nicht weggenommen werden; sie lassen also keine andere Stellung als die horizontale zu. Diese Mikroskope sind sehr gut, aber auch sehr theuer: sie waren früher sehr gesucht, sind aber jetzt wegen ihres hohen Preises durch die billigeren Instrumente aus den früher genannten Fabriken, die ihnen an Güte wenig oder nicht nachstehen, wenn nicht verdrängt, doch wenigstens entbehrlich gemacht worden.

Der Leser, der ein Mikroskop zu kaufen wünscht, mag sich nun unter den beschriebenen dasjenige auswählen, welches für die Art Untersuchungen, wie er sie anzustellen gedenkt, am besten passt. Hat er Gelegenheit, dies in der Fabrik des Optikers zu thun, so ist dies natürlich vorzuziehen; aber man bekommt nur selten Mikroskope fertig. Die meisten müssen vorher bestellt werden und in diesem Falle thut er wohl, wenn er ganz genau angiebt, wie er sein Instrument eingerichtet wünscht und was er an verschiedenem Zubehör beigefügt haben will. Wer sehr verschiedenartige Untersuchungen anstellt, wird sich manchmal genöthigt sehen, von der einen Seite diese, von einer anderen jene Theile des Zubehöres sich zu verschaffen und

sein Instrument aus verschiedenen Werkstätten zu completiren, denn nur wenige Optiker sind darauf eingerichtet, alle verschiedenen mikroskopischen Desiderate selbst zu verfertigen.

Zweites Capitel.

Vom zusammengesetzten katoptrischen Mikroskop.

Schon oben in der Einleitung (§. 17 und 18) wurde erwähnt, dass man durch Hohlspiegel ebenso wie durch convexe Linsen Vergrösserungen erhalten kann und die Theorie dieser Erscheinung wurde an demselben Orte auseinandergesetzt. Newton schlug zuerst die katoptrischen oder Spiegelmikroskope vor, indem er daran verzweifelte, die störende Farbenzerstreuung der Glaslinsen beseitigen zu können. In neueren Zeiten haben vorzüglich Amici in Modena und nach ihm Dr. Goring in England das Spiegelmikroskop vervollkommnet.

Wir geben hier eine Beschreibung des zusammengesetzten katoptrischen Mikroskopes von Amici; die Zeichnung Fig. 7. T. II. wird sie erläutern.

Auf einer Säule *A* ruht die horizontale Röhre *B*, der Körper des Mikroskopes: sie enthält an ihrem einen Ende den metallnen Hohlspiegel *b'* von kurzer Brennweite, am anderen das Ocular *c*; bei *d* hat sie eine seitliche Oeffnung: Wird nun der zu betrachtende Gegenstand auf den Objecttisch *a* gelegt, so entwirft er durch die Oeffnung *d* ein Bild auf dem kleinen Planspiegel *b*, dessen Spiegelfläche, unter einem Winkel von 45 ° mit dem Horizont gegen *b'* geneigt, das Bild dem Hohlspiegel *b'* zuschickt. Dieser entwirft ein vergrössertes Bild des Gegenstandes gegen *c*, welches durch das Ocular *c* ganz wie bei einem dioptrischen kroskop betrachtet und noch weiter vergrössert wird.

Es erhellt von selbst, dass sich hier ebenso wie beim dioptrischen Mikroskop stärkere und schwächere Oculare anbringen lassen, dass man den Gegenstand, wenn er opak ist, durch Beleuchtunglinsen und Lieberkühn'sche Spiegelchen, ist er durchsichtig, durch Beleuchtungsspiegel, Sammellinsen und Dujardin'schen Apparat beleuchten kann, dass endlich aller Zubehör, den wir beim dioptrischen Mikroskop beschrieben haben, hier gleichfalls seine Anwendung findet und dass die Manipulation fast ganz dieselbe ist.

Dr. Goring hat, unterstützt vom Optiker Cuthbert, das ursprünglich von Amici verfertigte katadioptrische Mikroskop zu verbessern gesucht, indem er dem Hohlspiegel *b'* eine kürzere Brennweite gab und den Planspiegel *b* kleiner machte; denn wenn letzterer nur einigermaassen gross ist, so hält er einen grossen Theil der vom Hohlspiegel nach dem Ocular hingeworfenen Strahlen ab und erscheint als nebliger Fleck im Bilde, welcher die Beobachtung stört. Er nannte dieses so verbesserte Instrument mit der ihm eigenen Sucht nach neuen Namen „*horizontal achromatic and Amician reflecting engiscope.*“

Diese Mikroskope sind indessen durch die bedeutenden Verbesserungen, welche das zusammengesetzte dioptrische Mikroskop in der letzten Zeit erfahren hat, ganz verdrängt worden, denn sie sind theuer, da die Hohlspiegel von so geringer Brennweite sehr schwer genau zu verfertigen sind, und überdies oxydiren sich die Spiegel sehr leicht, sind schwer zu reinigen und das Mikroskop hat, wiewohl seine Bilder scharf und deutlich sind, bei sehr starken Vergrösserungen doch sehr wenig Licht.

Drittes Capitel.

Vom Sonnen- und Gasmikroskop.

Wir müssen den Leser, was die Theorie dieser Arten der Mikroskope betrifft, an das erinnern, was in der Einleitung

§. 13. von der Entstehung der Bilder durch Linsengläser gesagt wurde. Begnügt man sich, das durch die Objectivlinsen entworfene Bild eines Objectes, statt es durch ein Ocular zu betrachten, und dadurch noch weiter zu vergrössern, auf einen weissen Schirm oder eine weisse Wand (natürlich in einem verdunkelten Zimmer) fallen zu lassen, so hat man eine Vorstellung von einem Sonnen-, Lampen- oder Gasmikroskop. Diese drei genannten Instrumente unterscheiden sich nur dadurch von einander, dass das Object beim ersten durch das Sonnenlicht, beim zweiten durch das Licht einer Lampe, beim dritten endlich durch das Licht einer Gasflamme, oder noch besser durch das Licht, welches ein Stück Kreide ausstrahlt, das durch einen entzündeten Strom von Knallgas weissglühend erhalten wird (Drummond'sches Licht), beleuchtet wird. Der optische Theil ist bei allen drei Arten von Mikroskopen derselbe.

Wir geben zuerst eine Beschreibung des Sonnenmikroskopes.

Ein Planspiegel A (Fig. 16. T. I) reflectirt die Strahlen der Sonne nach einer biconvexen Linse von grossem Durchmesser B, durch welche sie schon etwas convergent einer zweiten kleineren Linse b zugeführt werden, welche alle Sonnenstrahlen sammelt und in ihrem Brennpuncte concentrirt. In den Brennpunct dieser Linse wird das Object c gestellt, so dass es von den hier zusammentreffenden Sonnenstrahlen sehr stark erleuchtet wird. Ein Objectiv, aus einer oder mehreren achromatischen Linsen d d' bestehend, wird so gestellt, dass der Gegenstand etwas ausserhalb seines Brennpunctes zu stehen kommt; dadurch wird ein vergrössertes Bild des Gegenstandes (x x') auf einem Schirme etc. entworfen. Je weiter der Schirm entfernt wird, um so grösser wird natürlich das Bild (v' ist grösser als v), freilich auch um so undeutlicher. Um ein stark vergrössertes Bild zu erhalten, ohne dass der Schirm sehr weit entfernt werden muss, kann man hinter das Objectiv noch eine achromatische concave Linse e stellen. Diese zerstreut die Lichtstrahlen noch mehr (x wird nach y und x' nach y' gebro-

chen), das Bild des Gegenstandes erscheint daher bei gleicher Entfernung des Schirmes grösser. Stellt man noch ein rechtwinkliges Prisma (*f*) hinter das Objectiv, dessen Hypotenuse mit dem Horizont einen Winkel von 45 ^{0} bildet, so kann man das Bild je nach der Stellung, die man dem Prisma giebt, nach unten (wie in der Abbildung), nach oben, oder nach der Seite hinwerfen.

Die beschriebenen Theile sind auf eine passende Weise miteinander verbunden, in Röhren eingeschlossen, und beweglich an einander befestigt. Fig. 17. auf T. I. stellt das Sonnenmikroskop von Chevalier dar. *A* ist der Planspiegel, welcher durch zwei Schrauben, von denen ihm die eine eine horizontale, die andere eine verticale Bewegung mittheilt, in jeder Lage festgestellt werden kann. An eine viereckige Messingplatte *u*, die an den durchbohrten Fensterladen *U* festgeschraubt werden kann, ist die kegelförmige Röhre *R* befestigt: diese trägt da, wo sie an die Platte angenietet ist, die grosse biconvexe Sammellinse. In der grossen Röhre *R* steckt die kleinere cylindrische Röhre *r*: sie enthält die kleinere Linse, welche durch das Triebrad *v* dem Objecte zur Regulirung der Beleuchtung mehr oder weniger genähert werden kann. *E* ist der Objecttisch, welcher von *r'*, einer Fortsetzung der Röhre *r* getragen wird. Er besteht aus zwei in der Mitte durchbohrten Platten, die durch Schrauben einander genähert werden können. Zwischen sie wird das zwischen zwei Glasplatten gelegte Object eingepresst. Der Objecttisch hat nach unten eine Verlängerung, welche die Hülse *s* trägt. Die Objectivlinsen *b'* werden an ein Rohr angeschraubt, das von dem verticalen Stabe *t* getragen wird; letzterer ist an die horizontale Stange *s'* befestigt, welche durch das Triebrad *x* in der Hülse *s* hin und hergeschoben werden kann. Durch Drehen des Triebrades *x* können die Objectivlinsen dem Gegenstande genähert, oder von ihm entfernt werden. Bei *b* kann an das Rohr, welches die Linsen trägt, die concave Linse (*e*. Fig. 16) aufgesteckt werden, und, wenn man will, die knieförmig gebogene Röhre *g*, welche das Prisma

(*f.* Fig. 16) trägt und frei um ihre Achse gedreht werden kann.

Will man das Sonnenmikroskop gebrauchen, was nur bei hellem Sonnenschein möglich ist, so muss das Zimmer, in welchem experimentirt werden soll, verfinstert werden; dies geschieht am besten durch schwarz angestrichene Fensterläden, deren Ritzen alle sorgfältig verklebt sein müssen. Je vollständiger die Verdunkelung des Zimmers bewirkt worden ist, um so heller und deutlicher erscheint das Bild. In einen der Fensterläden, der von der Sonne beschienen wird, lässt man eine Oeffnung einschneiden, welche der Grösse der Sammellinse *B* entspricht. An die innere Seite des Ladens wird die Messingplatte, welche das Mikroskop trägt, angeschraubt. Der Spiegel befindet sich ausserhalb des Fensters: er wird mittelst der beiden Schrauben so gestellt, dass er die Sonnenstrahlen der Sammellinse und durch diese dem Objecte zuschickt. Man erkennt seine gehörige Stellung daran, dass an der gegenüberliegenden Wand oder dem zum Auffangen des Bildes bestimmten Schirme ein durchaus heller und gleichmässig erleuchteter Kreis sichtbar wird. Da aber die Sonne wegen der Umdrehung der Erde ihren Stand allmählich verändert, muss man auch die Stellung des Spiegels von Zeit zu Zeit verändern, sobald man merkt, dass der Kreis an Helligkeit abnimmt. Dies ist indessen unbequem und kann ganz vermieden werden, wenn man am Spiegel einen Heliostat anbringt, ein Instrument, das auch bei Fernröhren angewandt wird, und so eingerichtet ist, dass der Spiegel von einem Uhrwerk getrieben immer der scheinbaren Bewegung der Sonne nachfolgt: aber ein solches Instrument ist sehr theuer.

Ist die Beleuchtung geordnet, so bringt man das Object zwischen die 2 Platten des Objecttisches: gewöhnlich wird es zwischen 2 Glasplatten gelegt. Ist der Gegenstand sehr zart und zerbrechlich, so bringe man zwischen die Enden der beiden Glasplatten zwei Wachskügelchen; dadurch wird verhindert, dass der Gegenstand allzustark gequetscht oder gar zerdrückt

wird. Indem man die zwei Platten des Objecttisches zusammenschraubt, wird das Object festgehalten. Man regulire nun die Beleuchtung des Objects, indem man die kleinere Linse mittelst der Schraube *v* vor- oder rückwärts schiebt: stellt man die Linse so, dass das Object sich gerade in ihrem Focus befindet, und alle Sonnenstrahlen sich auf demselben concentriren, so wird es zwar sehr stark erleuchtet, aber auch zugleich so erhitzt, dass es beschädigt, ja verbrannt und ganz zerstört werden kann; Flüssigkeiten verdampfen, zarte thierische oder vegetabilische Theile werden ausgetrocknet und verändert. Sehr zarte Gegenstände muss man deshalb etwas ausserhalb des Focus der Beleuchtungslinse stellen.

Durch die Objectivlinsen wird das vergrösserte Bild des Gegenstandes entworfen. Gewöhnlich hat ein Sonnenmikroskop mehrere Linsen und ganze Linsensysteme; zu schwachen Vergrösserungen nimmt man eine schwächere Linse, zu starken eine stärkere, oder man schraubt mehrere zusammen. Je weiter man den Schirm entfernt, um so grösser wird das Bild; will man ihn nicht zu weit entfernen und doch ein grosses Bild haben, so steckt man noch die concave Linse auf. Aber die Hauptsache ist nicht, ein recht grosses, sondern ein recht deutliches Bild des Gegenstandes zu erhalten: zu diesem Ende schraubt man das Objectiv so lange ganz allmählich hin oder her, bis das Bild am deutlichsten erscheint. Will man das Bild nicht an die hintere Wand des Zimmers, sondern an eine der Seitenwände, an die Decke, oder an den Fussboden werfen, so steckt man das knieförmig gebogene Rohr mit dem Glasprisma auf und dreht es nach Erforderniss.

Ist die Wand des Zimmers weiss und nicht beschmuzt, so kann man das Bild auf diese fallen lassen: will man dies nicht, so kann man sich eines Schirmes bedienen. Dieser besteht aus einem Rahmen von Holz, der mit weiss grundirter Leinwand, oder mit weissem Papier überzogen ist. Hat man einen Papierrahmen, so kann man das Bild des Gegenstandes nachzeichnen, indem man sich hinter das Papier stellt: man sieht das Bild

durch dasselbe hindurch und zeichnet auf die Rückseite. Doch giebt das Papier beim Zeichnen immer etwas nach, wenn es auch noch so straff ausgespannt ist, und die Zeichnung wird ungleich. Besser kann man nachzeichnen, wenn man das Bild statt des Schirmes auf einer Glastafel auffängt: ist diese auf ihrer Rückseite matt geschliffen, so zeichnet man ohne Weiteres auf diese: ist es gewöhnliches Fensterglas, so zeichnet man auf Pflanzenpapier, welches auf ihre Hinterseite gelegt wird. Die Glastafel gewährt der zeichnenden Hand einen festeren Anhaltspunct als das blosse ausgespannte Papier.

Man kann die Bilder des Sonnenmikroskopes auch auf eine sehr einfache Weise mittelst des Daguerreotypes nachbilden. Man bringt die präparirte versilberte Kupferplatte an die Stelle des Schirmes, lässt das Licht einige Minuten lang darauf einwirken, nimmt sie weg und fixirt das Bild auf die gewöhnliche Weise. Diese Methode giebt sehr schöne und vollkommen naturgetreue Abbildungen mikroskopischer Gegenstände: sie erhält dadurch einen doppelten Werth, dass man in neuester Zeit ziemlich gelungene Versuche gemacht hat, die auf diese Weise erhaltenen Abbildungen durch unmittelbaren Abdruck der Platte zu vervielfältigen (Donné in Paris und Berres in Wien). Das Verfahren dabei ist aber erst kürzlich bekannt geworden.

Vergl. Donné L'Institut No. 339. und polyt. Centralbl. 1840. S. 651. Berres Ann. der Chem. u. Pharm. Bd. XXXVI. daraus im polyt. Centralbl. 1841. No. 21. und in Dingl. J. Bd. LXXIX. H. 5.

Das durch das Sonnenmikroskop entworfene Bild erscheint, wie das des zusammengesetzten Mikroskopes, verkehrt; will man es aufrecht erhalten, so darf man nur den Gegenstand umgekehrt in den Objecttisch bringen.

Das Sonnenmikroskop hat den Vortheil vor dem zusammengesetzten voraus, dass die Bilder von einer Menge Personen zu gleicher Zeit gesehen werden können: es eignet sich daher vorzüglich für Vorlesungen und mikroskopische Demonstrationen. Nur hat es den Nachtheil, dass das Bild nicht so scharf ist als bei dem zusammengesetzten Mikroskop, dass ferner sehr zarte Gegenstände die Hitze nicht aushalten und Flüssigkeiten

allzuschnell verdunsten; überdies ist die verticale Stellung des Objecttisches für viele Untersuchungen sehr unbequem. Der Hauptübelstand bleibt aber immer der, dass man über das Sonnenlicht nicht frei gebieten, und daher das Instrument nicht immer anwenden kann, wenn und wo man es nöthig hat. Zu wissenschaftlichen Untersuchungen wird man sich des Sonnenmikroskopes nicht leicht bedienen: hier steht es dem zusammengesetzten Mikroskop in jeder Hinsicht nach.

A. Donné in Paris hat während des Sommers 1839 in einem *Cours d'analyse microscopique* das Sonnenmikroskop angewandt, um einer Menge von Zuhörern zu gleicher Zeit die feinere Histologie der Pflanzen und Thiere sichtbar zu machen. Ich kann aus eigener Anschauung bezeugen, dass man Krystalle, z. B. die Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia im Bodensatz alkalischer Urine, die Krystallisation des Salmiak; ferner Infusorien, den Kreislauf der Charen, den Blutkreislauf in den Schwimmhäuten der Froschfüsse, selbst die Primitivbündel der Muskelfasern, die Fettzellen u. dgl. auf eine für den ersten Unterricht vollkommen genügende Weise erkennen konnte. Chevalier, dann Trécourt und Oberhäuser haben den optischen Theil des Sonnenmikroskopes sehr verbessert. Vorzüglich die Versuche der Letzteren gaben sehr schöne Resultate: wenn man den Schirm nicht allzuweit von den Objectivlinsen entfernte, sich also mit einer mässigen Grösse des Bildes begnügte, erschienen selbst die Querstreifen an den Schuppen der Schmetterlingsflügel ziemlich deutlich.

Um nicht vom Sonnenlichte abhängig zu sein, substituirte man diesem eine künstliche Beleuchtung. So dient bei dem von Adams erfundenen Lampenmikroskope (*lucernal microscope*) das Licht einer Lampe zur Beleuchtung. (Eine Abart dieses Mikroskopes, welche aber blos zur Belustigung dient, das sogenannte chinesische Schattenspiel, ist gewiss Jedem meiner Leser bekannt.) Aber die Beleuchtung ist bei dieser Art von Mikroskopen nicht stark genug.

Besser bedient man sich zur Erleuchtung einer Gasflamme oder noch besser des Drummond'schen Lichtes. Dieses letztere wird beim sogenannten Hydro-Oxygengas Mikroskop angewandt. Bei diesem Mikroskope wird die Beleuchtung durch eine Mischung von Sauerstoff und Wasserstoffgas (Knallgas) hervorgebracht, welche man aus einer engen Oeffnung ausströ-

men lässt und entzündet. Die Flamme dieser Gase wird auf ein Stück Kreide geleitet, welches dadurch bis zum Weissglühen erhitzt wird und ein sehr intensives Licht ausströmt. Dieses Licht ist so stark, dass die Flamme eines gewöhnlichen Kerzenlichtes, davon beleuchtet, einen Schatten wirft. Die Beleuchtungslinsen und der ganze optische Apparat ist beim Hydro-Oxygengas Mikroskop genau ebenso wie beim Sonnenmikroskop. Da das Knallgas zu den heftigsten und gefährlichsten Explosionen Veranlassung geben kann, so hat man zur Sicherheit des Experimentators und der Zuschauer beim Gasmikroskop eigene sehr complicirte Gasometer verfertigt.

Die genauere Beschreibung dieser Gasometer würde uns hier zu weit führen: ich verweise die Leser, welche sich hiefür interessiren, auf die obengenannte Schrift von Chevalier: *Des microscopes et de leur usage. Paris* 1839. S. 75 ff. Chevalier's Gasometer ist sehr gut construirt, aber theuer. Eine andere Art Gasometer für Hydro-Oxygengas Mikroskope, von Pfaff in Kiel angegeben, findet man beschrieben in Poggendorff's Annalen. Band 40. S. 547 ff.

Das Gasmikroskop macht zwar ebenfalls einen guten Effect, kommt aber doch dem Sonnenmikroskop nicht gleich: der Gasometer macht es überdies sehr theuer und unbequem: endlich ist auch die Bereitung und Reinigung der Gase sehr mühsam.

Viertes Capitel.

Von den Loupen und dem einfachen Mikroskop.

Die Theorie dieser Instrumente ist bereits in der Einleitung sehr ausführlich gegeben worden: wir beschränken uns hier deshalb auf die Beschreibung ihrer verschiedenen Arten und die Angabe ihres Gebrauchs.

Das einfachste aller Mikroskope ist eine einfache planconvexe oder biconvexe Linse, welche zwischen das Auge und den zu untersuchenden Gegenstand gehalten wird. Diese Linsen sind gewöhnlich in Ringe von Messing oder Horn ge-

fasst, auch wohl mit Futteralen versehen, in die man sie einschlägt, wenn sie nicht gebraucht werden. Sie heissen dann Loupen (einfache Loupen, im Gegensatz zu den aus mehreren Linsen bestehenden). Die gewöhnlichen Loupen sind in der Regel nach einem grossen Krümmungshalbmesser geschliffen und vergrössern daher unbedeutend. Man bedient sich ihrer in den Fällen, wo man einen sehr kleinen Gegenstand, der zwar mit blossem Auge gesehen wird, aber wegen seiner geringen Grösse undeutlich erscheint, deutlicher sehen will. Beim Gebrauch solcher Loupen geben wir folgende praktische Regeln:

1. Man bringe die Loupe so nahe als möglich an das Auge: man erhält dadurch ein grösseres Gesichtsfeld.

2. Will man bei planconvexen Linsen die grösstmögliche Deutlichkeit des Gegenstandes erreichen, so kehre man die convexe Seite dem Auge zu.

3. Will man dagegen ein sehr grosses Gesichtsfeld und sehr viel Licht, so muss die plane Seite gegen das Auge gewandt werden.

Je stärker die Loupen sind, um so wichtiger ist die Befolgung dieser Regeln.

Es versteht sich von selbst, dass das Object sich ungefähr im Focus der Linse befinden muss, wenn es deutlich erscheinen soll. Man muss also die Linse so lange dem Objecte nähern oder von ihm entfernen, bis man die gewünschte Deutlichkeit erhält.

Um starke Vergrösserungen zu erhalten, muss man sehr convexe Linsen anwenden. Diese sind aber sehr schwer zu verfertigen und haben überdies sehr bedeutende Nachtheile: sie haben nämlich eine sehr starke sphärische Aberration und einen sehr kurzen Focus.

Diesen Uebelständen suchte man auf verschiedene Weise abzuhelfen.

Ein Ausweg bestand darin, dass man statt der Linsen kleine Glaskügelchen anwandte. Diese sind viel leichter zu verfertigen als Linsen, da man das Schleifen erspart, ja man kann sich dieselben selbst verfertigen. Sie gewähren zwar sehr

starke Vergrösserungen und geben etwas mehr Licht als Linsen, die eine gleiche Vergrösserung gewähren, aber sie haben ein noch kleineres Gesichtsfeld und eine noch kürzere Brennweite als diese (vgl. Einleitung §. 10).

Es wird manchem Leser angenehm sein, das Verfahren kennen zu lernen, wie man sich solche Glaskügelchen selbst verfertigen kann. Man hat verschiedene Methoden dabei befolgt; folgende sind die besten:

1. Methode von Butterfield. Man zerstösst etwas reines weisses Glas zu Staub, befeuchtet dann die Spitze einer Nadel oder noch besser die eines feinen Platindrahtes und wälzt sie in dem Glasstaube hin und her, bis sich so viel als möglich angehängt hat. Dann führt man die Spitze der Nadel mit dem anhängenden Glasstaub in die Flamme einer Weingeistlampe oder noch besser in die Flamme eines Löthrohres. Das Glas schmilzt zu einem Tropfen, welcher bei vorsichtigem Verfahren eine vollkommene Kugel bildet. Ist die Kugel nicht gut gerathen, so nimmt man sie vom Drahte ab und schmilzt sie nochmals um.

2. Methode von Siwright. Man macht in ein Stückchen ganz dünnes Platinblech eine kleine Oeffnung von 1—2''' Dchm., die genau rund sein muss. In diese Oeffnung legt man ein kleines Glasstückchen und schmilzt dieses vor der Löthrohrflamme zu einer Kugel. Diese Methode hat den Vortheil, dass das Platinblech eine Art Fassung des Glaskügelchens bildet, wodurch man es besser handhaben kann.

3. Methode von Le Baillif. Man verschaffe sich dünne, aber etwas lange Stücke eines leicht schmelzbaren, ziemlich reinen Glases (man erhält sie, indem man reines Fensterglas zerschlägt oder über der Lichtflamme zerspringen lässt). Diese Stücke werden an ihren Enden auf dem Blastische an 2 Glasröhren angeschweisst, um sie leichter handhaben zu können. Man richtet dann die Flamme auf den mittleren Theil und zieht diesen zu einem Faden aus, der eine Dicke von etwa $\frac{1}{6}$ Linie hat. Von diesem Glasfaden wählt man ein reines, ein Paar

Linien langes Stück aus (man untersucht es mit der Loupe, um zu sehen, ob es frei von Bläschen und Unreinigkeiten ist), fasst das eine Ende desselben mit einer gewöhnlichen Pincette und hält es in die Flamme: es schmilzt in dieser zu einem Glaskügelchen, welches da, wo man es mit der Pincette hielt, ein feines Fädchen anhängen hat. Um es zu prüfen; hält man es gegen das Licht: erscheint es rein und klar, so ist es brauchbar, zeigt es dagegen schwarze Flecken, so ist der Versuch misslungen und man muss ihn mit einem anderen Glasfaden wieder beginnen.

Auf noch einfachere Weise kann man ein vergrösserndes Kügelchen erhalten, wenn man in ein feines Metallblech, am besten in ein dünnes Platinblech eine kleine runde Oeffnung macht, und auf diesen einen Wassertropfen, oder einen Tropfen Schwefelsäure, Ricinusöl u. dgl. bringt. Durch dieses von Gray zuerst vorgeschlagene Verfahren erhält man ein einfaches Mikroskop, das zwar sehr vergänglich ist, aber jeden Augenblick wieder erneuert werden kann und zu manchen Untersuchungen recht wohl brauchbar ist.

Dr. Brewster hat diese Art Mikroskope verbessert. Er bringt nämlich einen Tropfen eines klaren Firnisses auf eine Glastafel und lässt ihn dort allmählich trocknen. Je nachdem man den Tropfen auf der unteren oder oberen Seite der Glasplatte trocknen lässt, wird die Linse mehr oder weniger convex.

Alle diese einfachen Mikroskope sind zwar leicht zu verfertigen und daher sehr billig, aber sie haben eine sehr kurze Brennweite und eine sehr bedeutende sphärische Aberration.

Der erste dieser beiden Uebelstände lässt sich bei Glaslinsen nicht vermeiden, zur Beseitigung des letzteren hat man verschiedene Vorschläge gemacht. Der beste ist wohl der von Brewster. Dieser schliff nämlich eine Glaskugel in einem ihrer grössten Kreise rinnenförmig aus (T. I. Fig. 18), damit nur die keiner sphärischen Aberration unterworfenen Strahlen, welche in der Nähe der Achse auffallen, durchgehen können und die Randstrahlen wegfallen. Nach demselben Princip sind die so-

genannten Cylinderloupen (T. I. Fig. 19) eingerichtet: bei ihnen werden gleichfalls die Randstrahlen abgehalten.

Diese beiden Arten, die rinnenförmigen und die Cylinderloupen sind die besten unter den einfachen Loupen; man kann durch sie eine brauchbare Vergrösserung bis 200 Mal Dchm. erreichen.

Da Glaskugeln sehr schwer zu schleifen sind, so schlug Brewster eine Halbkugel als Mikroskop vor, durch welche die Lichtstrahlen zweimal gebrochen und einmal von ihrer Basis reflectirt werden. Der Gegenstand wird dadurch ebenso vergrössert, als wenn die Lichtstrahlen durch eine ganze Kugel durchgegangen wären. Halbkugeln sind aber weit leichter zu schleifen als ganze Kugeln.

Aber alle diese Glasloupen haben bei starken Vergrösserungen den Nachtheil einer sehr kurzen Brennweite, so dass also der Gegenstand sehr nahe an die Linse gebracht werden muss: und da das Auge auf der anderen Seite gleichfalls der Linse sehr genähert werden muss, um ein grosses Gesichtsfeld zu erhalten, so berührt bei starken Vergrösserungen die Nase des Beobachters fast immer das Object. Um diesem Nachtheil abzuhelfen, hat man angefangen, Linsen aus Edelsteinen zu schleifen, von denen einige, namentlich der Diamant, eine viel grössere lichtbrechende Kraft haben als das Glas (vgl. Einleitung §. 4 ff.). Eine Diamantlinse vergrössert fast doppelt so stark als eine Glaslinse von gleicher Krümmung und der Gegenstand kann ebensoweit entfernt bleiben als bei dieser. Bei gleicher Vergrösserung hat aber eine Diamantlinse überdies weniger Farbenzerstreuung als eine Glaslinse und mehr Helligkeit, da sie einen grösseren Durchmesser hat.

Solche Diamantlinsen werden vorzüglich in England verfertigt: sie sind aber neben der Kostbarkeit des Materiales sehr schwer zu bearbeiten und daher sehr theuer: eine einzige Diamantlinse kostet mehrere hundert Gulden.

Ausser den Diamantlinsen verfertigt man auch Linsen von Sapphir und Granat. Letztere sind billiger und ebenfalls sehr

brauchbar, sie verschlucken aber wegen ihrer dunklen Farbe etwas Licht.

Glücklicherweise hat man es in neuerer Zeit so weit gebracht, dass man durch mehrere übereinandergesetzte Glaslinsen ganz dieselben Resultate erreichen kann, wie durch die erwähnten Linsen von Edelsteinen. Man nennt diese einfachen Mikroskope, welche aus mehreren Linsen bestehen, Linsensysteme oder zusammengesetzte Loupen und wenn sie aus zwei Linsen bestehen, Doppelloupen (Doublets).

Wollaston hat sich vorzüglich Verdienste um die Vervollkommnung der Doppelloupen erworben. Sein Doublet besteht aus zwei in einer Hülse übereinandergesetzten planconvexen Linsen, von denen die obere eine etwas längere Brennweite hat als die untere. (Das Verhältniss der Focallänge ist wie 3: 1; ihre Entfernung von einander beträgt 1,4 der kürzesten Focallänge.) Dieses Doublet ist zwar fast ganz frei von der sphärischen Aberration, hat aber noch immer eine sehr kleine Brennweite.

Chevalier hat dieses Doublet verbessert, indem er den beiden Linsen eine gleiche Brennweite gab, sie näher an einander stellte und zwischen beiden eine Blendung anbrachte. Bei Chevalier's Doublets (T. II. Fig. 10 und 11) ist zwar die sphärische Abweichung etwas grösser, aber sie haben mehr Licht und eine viel längere Brennweite als die von Wollaston. Ueberdies kann man bei ihnen die untere Linse abschrauben und erhält dann ein einfaches Mikroskop von etwas schwächerer Vergrösserung.

Chevalier's Doublets sind ebenso wie die ähnlich construirten von Pritchard als einfache Mikroskope sehr brauchbar.

Bei vielen Untersuchungen mit dem einfachen Mikroskop genügt es, die Loupe oder das Doublet in der Hand zu halten: aber bei länger fortgesetzten Untersuchungen, oder wenn man unter dem einfachen Mikroskop präpariren oder Dissectionen machen will, geht dies nicht mehr an. Für diese Fälle verbindet man die Loupe mit einem eigenen Stativ, ähnlich dem Ge-

stelle des zusammengesetzten Mikroskopes. Diese ganze Vorrichtung nennt man das Mikroskop von Raspail, weil dieser Gelehrte dieselbe vorzüglich anempfahl, oder auch kurzweg das einfache Mikroskop.

Auf T. II. Fig. 8. haben wir ein solches einfaches Mikroskop abgebildet: man sieht, dass es mit Ausnahme des Körpers ganz mit dem zusammengesetzten dioptrischen Mikroskop übereinkommt.

Die Säule *A*, die auf den Kasten des Mikroskopes aufgeschraubt wird, trägt den Beleuchtungsspiegel *J*, der nach allen Richtungen beweglich ist, und an ihrem oberen Ende den Objecttisch *E*. Dieser ist sehr stark, gross und unbeweglich befestigt, damit man auf ihm frei präpariren kann und er beim Drucke nicht nachgiebt. Er ist durchbohrt: an seine Oeffnung schliesst sich die Röhre *e* an. Unter diese ist an dem Stabe *f* die bewegliche Blendung *e'* befestigt, um die Beleuchtung nach Bedürfniss reguliren zu können. Eine Klammer *g* dient, den Objectträger festzuhalten: sie kann abgenommen oder auf die Seite geschoben werden.

Die Säule *A* ist hohl: in ihr wird durch das Triebrad *x* die Stange *a* auf- und abbewegt. Sie trägt den horizontalen Stab *b*, an dessen Ende sich ein Ring befindet, in den das Doublet *B* gesteckt wird. Um das Object nicht verrücken zu müssen, kann man den Stab *b* auch so einrichten lassen, dass er in einer Hülse mittelst einer Schraube horizontal verschoben werden kann: in diesem Falle muss aber, wenn man anders bei durchgehendem Lichte untersuchen will, die Oeffnung des Objecttisches sehr gross sein.

Dem Mikroskop sind mehrere Doublets oder einfache Linsen beigegeben, um die Vergrösserung nach Bedürfniss verstärken oder verringern zu können.

Dies ist die gewöhnlichste und, wie mir scheint, zweckmässigste Form des Gestelles eines einfachen Mikroskopes.

Der Zubehör und die Manipulation sind natürlich beim einfachen Mikroskop dieselben wie beim zusammengesetzten, nur

muss man sich erinnern, dass hier die Gegenstände nicht verkehrt, sondern in ihrer wahren Lage erscheinen.

Man kann beim einfachen Mikroskop den Mikrometer zum Messen der Gegenstände gleichfalls anwenden, doch weniger bequem als beim zusammengesetzten.

Ebenso kann man bei ihm mittelst des durchbohrten Spiegelchens und eines Planspiegels (T. II. Fig. 26) die Objecte nachzeichnen. Durch dasselbe Mittel kann man auch die Vergrösserung eines einfachen Mikroskopes bestimmen, wenn man nicht vorzieht, diese unmittelbar aus der Focallänge der Linsen zu berechnen (vgl. Einleitung §. 7).

Vergleichen wir das einfache Mikroskop mit dem zusammengesetzten, so finden wir, dass dieses vor jenem sehr viele Vortheile voraus hat, während das erstere nur wenige aufzuweisen hat.

Das einfache Mikroskop hat ein kleineres Gesichtsfeld, weniger Helligkeit und eine so geringe Focallänge, dass man bei stärkeren Vergrösserungen, wie erwähnt, genöthigt ist, den Gegenstand fast mit der Nase zu berühren. Dies sind so gewichtige Nachtheile, dass man sich in neueren Zeiten des einfachen Mikroskopes nur selten bedient.

Nur für anatomische oder botanische Dissectionen hat das einfache Mikroskop bei schwächeren Vergrösserungen, wo jene Nachtheile geringer sind, den Vorzug, dass man den Gegenstand gerade und nicht umgekehrt sieht, was die Manipulationen erleichtert. Doch kann man sich hier auch beim zusammengesetzten Mikroskop durch das aufrichtende Prisma helfen.

Doch werden die einfachen Loupen oder auch die stärkeren Doublets immer ihren Werth behalten, wenn man einen Gegenstand untersuchen will, den man nicht unter das Mikroskop bringen kann, so z. B. bei Untersuchungen von Hautkrankheiten am lebenden Körper, bei Untersuchungen kranker Augen. In solchen Fällen wird es bisweilen wünschenswerth, ein einfaches Mikroskop zu haben, welches bei einer sehr grossen Brennweite eine bedeutende Vergrösserung gewährt. Cheva-

lier hat in neuester Zeit ein solches Instrument construirt, welches dem erwähnten Zweck sehr gut entspricht. Er hat über dem Doublet, auf der dem Auge zugekehrten Seite eine achromatische concave Linse angebracht, die durch eine Schraube nach Belieben weiter entfernt werden kann. Je weiter man die concave Linse von der convexen entfernt, um so stärker wird die Vergrösserung, während der Abstand des Gegenstandes von der Linse selbst grösser sein kann als vorher. Dieses Instrument eignet sich vorzüglich zur Untersuchung kranker Augen, denen man das Doublet wegen ihrer Empfindlichkeit nicht allzunahe bringen darf.

Zweiter Abschnitt.

Kurze Geschichte der Mikroskope.

Während die Verfertigung guter, zu wissenschaftlichen Untersuchungen vollkommen brauchbarer Mikroskope der neuesten Zeit, ja gewissermaassen erst den letzten Jahren angehört, reichen die Spuren des Gebrauches der Vergrösserungsgläser überhaupt bis in die frühesten Zeiten hinauf.

Schon die Alten kannten die vergrössernde Eigenschaft von Glasstäben und Glaskugeln, von mit Wasser angefüllten Glasgefässen u. s. w. Aristophanes und Plinius sprechen von Brenngläsern; Plutarch, Jamblichus u. A. erwähnen der Vergrösserungsgläser und Seneca sagt ausdrücklich (*Natur. Quaest. L.* 1. *C.* 6): „*Literae quamvis minutae et obscurae per vitream pilam aqua plenam majores clarioresque cernuntur.*" Das die Vergrösserungsgläser von den Alten auch praktisch angewandt wurden, müssen wir aus einigen übriggebliebenen antiken Arbeiten schliessen, welche von solcher Feinheit sind, dass sie unmöglich ohne die Beihilfe von Vergrösserungsgläsern verfertigt sein können. In der *Histoire de l'Académie des Inscriptions* (T. I. p. 333) ist eine Gemme der Art beschrieben, welche mit freiem Auge betrachtet einen verworrenen Haufen von Linien darstellt, aber unter dem Vergrösserungsglase als eine vortreffliche Arbeit erscheint.

Aber diese Entdeckungen wurden während eines ganzen Jahrtausends nicht nur nicht vervollkommnet, sondern sie scheinen sogar in Vergessenheit gerathen zu sein.

Erst im 11. Jahrhundert n. Chr. kam die Optik wieder in Aufnahme, vorzüglich durch Alhazen, der eine, wiewohl falsche, Theorie der Vergrösserungsgläser zu geben versuchte. Bald darauf fing man an, biconvexe Linsen zu verfertigen, was allmählich zur Entdeckung der (convexen) Brillen führte. Diese fällt nach den Untersuchungen des gelehrten Isaaz Redi zwischen die Jahre 1280 und 1311. Doch scheint schon Roger Bacon (geb. 1214, gestorb. 1292) stärkere Linsen gekannt und benützt zu haben. Record (in seinem *Chemin de la science*, 1551) erzählt wenigstens, Bacon habe zu Oxford ein Glas geschliffen, durch welches man so merkwürdige Dinge sehen konnte, dass seine Wirkung allgemein dem Teufel zugeschrieben wurde.

Aber erst im 17. Jahrhundert fing man an, die Mikroskope allgemeiner anzuwenden und auf eine für wissenschaftliche Untersuchungen brauchbare Weise zu verfertigen. Im Anfange dieses Jahrhunderts wurde auch das zusammengesetzte Mikroskop erfunden. Um die Ehre dieser Entdeckung streiten sich verschiedene Nationen: wahrscheinlich gebührt sie dem Optiker Zacharias Jansen in Middelburg. Dieser soll im Jahre 1619 eines der ersten Mikroskope dem Erzherzog Albrecht zum Geschenk gemacht haben, der es dem Optiker Cornelius Drebbel, Astronomen Jakob I. von England, überliess. Andere behaupten, Cornelius Drebbel habe das Mikroskop gegen 1619 selbst erfunden, und mehrere Gelehrte, u. A. Borelli versichern, dieses Instrument um die angegebene Zeit bei Drebbel in London gesehen zu haben. Noch Andere versichern, Franz Fontana in Neapel habe im Jahre 1618 das zusammengesetzte Mikroskop erfunden. Wie dem auch sei, soviel ist gewiss, dass man gegen das Jahr 1620 in England, Deutschland und Italien zusammengesetzte Mikroskope sah. Die Entdeckung verbreitete sich sehr rasch, denn noch vor der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts treffen wir in den meisten Ländern Europas, namentlich in England, Frankreich, Italien, Holland und Deutschland bereits sehr viele Optiker, welche zu-

sammengesetzte und einfache Mikroskope verfertigten und die Einrichtung derselben auf verschiedene Weise abänderten. Diese Instrumente führten anfangs verschiedene Namen: engyoscopia, conspicilia, muscaria, pulicaria (weil man sie anfangs vorzüglich zur Belustigung gebrauchte, um Fliegen, Flöhe u. dgl. damit zu betrachten), smicroscopia. Demisiano gab ihnen den Namen „Mikroskope", welcher endlich der allgemein angenommene wurde.

In der zweiten Hälfte des siebzehnten Jahrhunderts fing man an, sich der Mikroskope zu wissenschaftlichen Untersuchungen zu bedienen. Wir sehen fast gleichzeitig mehre Gelehrte sich der mikroskopischen Untersuchung thierischer und Pflanzentheile widmen, Untersuchungen, deren Resultate zum Theil für die gegenwärtige Zeit noch Wichtigkeit haben. Die bekanntesten unter diesen Gelehrten sind: Malpighi in Bologna (geb. 1628, gest. 1694), Swammerdam (geb. 1637 zu Amsterdam, gest. 1685), Robert Stooke (um 1656), und vor Allen Leeuwenhoek in Delft (geb. 1632, gest. 1723). Diese Naturforscher bedienten sich aber zu ihren Untersuchungen fast ausschliesslich des einfachen Mikroskopes. Leeuwenhoek's Mikroskope bestanden aus einer sehr kleinen biconvexen Linse, welche zwischen zwei mit kleinen Oeffnungen versehenen Metallplatten eingelegt war. Das Object wurde an eine Nadel befestigt, die durch Schrauben in jeder Richtung bewegt werden konnte. Leeuwenhoek hatte sehr viele solche Instrumente, von denen jedes speciell zur Untersuchung eines oder einiger wenigen Gegenstände bestimmt war. Er brachte bereits einen Hohlspiegel von polirtem Kupfer zur Beleuchtung undurchsichtiger Gegenstände an seinen Mikroskopen an.

Die zusammengesetzten Mikroskope waren um diese Zeit noch sehr unvollkommen, sehr gross und unbequem. Sie wurden wesentlich verbessert durch Stooke (1656), Eustachio Divini (1668) und Philip Bonani (1698). Die Instrumente dieser Optiker hatten bereits zusammengesetzte Oculare, aber sie waren, mit unseren gegenwärtigen Instrumenten verglichen,

abgesehen von den Mängeln des optischen Theiles ausserordentlich schwerfällig und unbequem. Bei den Mikroskopen von Divini hatte das Rohr die Dicke eines Mannsschenkels und das Ocular die Grösse einer Mannshand. Es konnte wie ein Fernrohr ausgezogen werden und vergrösserte von 41 bis 143 Mal Dchm.

Der Mangel des Achromatismus bei allen diesen Mikroskopen und die dadurch bewirkte Farbenzerstreuung war so gross, dass Newton (geb. 1642, gest. 1723) den Vorschlag machte, den bisher eingeschlagenen Weg ganz zu verlassen, und statt der dioptrischen Mikroskope Spiegelmikroskope zu construiren.

Während des 18. Jahrhunderts machte die Verfertigung der Mikroskope keine bedeutenden Fortschritte.

Lieberkühn in Berlin erfand 1738 das Sonnenmikroskop und gab die nach ihm genannten Spiegelchen zur Beleuchtung opaker Gegenstände an; George Adams construirte 1774 sein Lampenmikroskop; aber alle diese Erfindungen nützten der Anwendung der Mikroskope für wissenschaftliche Zwecke nur wenig. Die Täuschungen, in welche Alexander Monro bei der Anwendung des zusammengesetzten Mikroskopes auf die Untersuchung thierischer Theile gerieth, raubten diesem Instrumente allen Credit und veranlassten spätere Forscher, sich mehr an die einfachen Linsen zu halten.

Erst mit der Entdeckung des Achromatismus und mit Auffindung der Mittel, ihn bei den Mikroskopen hervorzubringen, beginnt eine neue, fruchtbarere Epoche in der Geschichte dieser Instrumente.

Euler gebührt die Ehre, diese wichtige Verbesserung der Mikroskope in Anregung gebracht zu haben. Dieser berühmte Mathematiker hatte zuerst im Jahre 1747 die Verfertigung achromatischer Fernröhre veranlasst; 1774 schlug er auch für Mikroskope ähnlich eingerichtete achromatische Objective vor.

Aber es blieb lange Zeit bei dem blossen Vorschlage, Niemand wollte sich an die schwierige Aufgabe machen. Selbst Dollond, der sich um die Vervollkommnung der achromati-

schen Fernröhre so grosse Verdienste erworben hat, machte seine Mikroskope immer noch nach der alten Art mit nicht achromatischem Objectiv, selbst lange nachdem Euler die Grundsätze der Verfertigung achromatischer Linsen für Mikroskope mit Schärfe und Klarheit entwickelt hatte. Wahrscheinlich hielt er es für allzu schwierig, so kleine Linsen, wie die Objective der Mikroskope sein müssen, achromatisch zusammenzusetzen.

Aepinus machte 1784 einen Versuch, achromatische Mikroskope zu construiren, aber er misslang.

Frauenhofer in München war der erste, welcher im Jahre 1816 ein zusammengesetztes Mikroskop mit achromatischen Objectivlinsen verfertigte. Dieses Instrument war zugleich das erste, welches zu wissenschaftlichen Untersuchungen wahrhaft brauchbar war, aber es hatte, mit unseren gegenwärtigen Instrumenten verglichen, noch immer sehr viele Unvollkommenheiten. Es hatte nur eine Objectivlinse, man konnte nicht mehrere übereinanderschrauben, daher gewährte es keine sehr starke Vergrösserung; die convexe Seite der Linse war gegen das Object gekehrt, wodurch man ein kleines Gesichtsfeld und geringere Deutlichkeit erhielt. Und doch war die Ausführung dieses Mikroskopes ein gewaltiger Fortschritt, sie gab den Anstoss zu weiteren Verbesserungen, die sich nun in kurzen Zwischenräumen folgten. Selligue, Charles und Lebaillif verfertigten bald darauf in Frankreich achromatische Mikroskope, die den grossen Vortheil hatten, dass mehrere achromatische Linsen im Objectiv übereinandergesetzt wurden: Selligue überreichte 1823 der Akademie der Wissenschaften ein solches verbessertes Mikroskop.

Amici, der früher schon durch sein katoptrisches Mikroskop sich einen grossen Ruf erworben hatte, benutzte diese Erfindung und construirte sein horizontales dioptrisches Mikroskop. Chevalier, Pritchard, von Dr. Goring unterstützt, und Plössl, von Littrow geleitet, nahmen sich der Vervollkommnung der Mikroskope mit Eifer an und brachten sie

zu dem Grade von Vollendung, auf dem sie gegenwärtig stehen. —

Betrachten wir unsere gegenwärtigen Mikroskope, wie sie aus den Werkstätten unserer besseren Optiker, eines Plössl, Schiek, Chevalier, Oberhäuser u. s. w. hervorgehen, so müssen wir wohl zugestehen, dass sie Alles das erreicht haben, was mit unseren gegenwärtigen Hilfsmitteln erreicht werden kann.

Sie werden gewiss im Laufe der nächsten Jahre noch einzelne kleine Verbesserungen erfahren in der Güte der Linsen, der Bequemlichkeit des Gebrauches, der Menge und Einrichtung des Zubehöres: aber die Hauptsache, der optische Theil, wird ziemlich derselbe bleiben, wenn nicht ganz neue Wege des Fortschritts eröffnet werden: eine tausendmalige Vergrösserung wird wohl auch in den nächsten Jahren die höchste bleiben, die auch beim besten Mikroskop noch brauchbar sein wird. Ich glaube deshalb diejenigen, welche sich durch die Furcht, dass bald neue wesentliche Verbesserungen die gegenwärtigen Mikroskope unbrauchbar machen möchten, vom Ankaufe eines Instrumentes abhalten lassen, mit gutem Gewissen beruhigen zu können. Ob sich freilich nicht bald ganz neue, jetzt kaum geahnete Wege eröffnen werden, welche unseren jetzigen Mikroskopen den Untergang drohen, wer weiss es? Sprechen doch jetzt schon die Kühnsten unter den Optikern von der Möglichkeit, parabolische Linsen zu verfertigen: aber von der Möglichkeit zur Ausführung ist ein grosser Schritt und die Hindernisse scheinen auch den Muthigsten unübersteiglich.

Ueberlassen wir es den Optikern, Mittel und Wege aufzusuchen, wie sich einst eine zu wissenschaftlichen Untersuchungen brauchbare fünf- oder gar zehntausendmalige Vergrösserung durch Mikroskope erreichen lässt. Wir wollen uns begnügen, durch fleissigen Gebrauch unserer gegenwärtigen Instrumente das unendliche Feld im Reiche der Naturwissenschaften anzubauen, zu dem uns der Eingang geöffnet ist. Der Vorhang, hinter den Malpighi und Leeuwenhoek einige schüchterne Blicke geworfen, ist aufgezogen, der Nebel, welcher

Monro und Felice Fontana täuschte, ist verschwunden; seit einem Jahrzehend etwa liegt das schöne Land frei und unabsehbar vor unseren Augen. Aber kaum haben es einige Forscher mit eilenden Schritten durchwandert; noch ist Raum und unberührter Boden für eine grosse Anzahl vorhanden. Möchten recht Viele dem Rufe folgen, und ein Jeder nach Neigung und Führung sich seinen Wirkungskreis aufsuchen.

Zweite Abtheilung.

Anleitung zur chemischen Untersuchung

mit

vorzüglicher Rücksicht auf thierische Stoffe.

Wenn der Physiolog es vernachlässigt, sich die vertrauteste Bekanntschaft mit allen Hilfsmitteln chemischer Untersuchungen zu verschaffen, so wird er nie im Stande sein, der Medicin Dienste zu leisten oder die Grenzen seiner eigenen Wissenschaft zu erweitern. —

So lange die Physiologie Hilfe von der Chemie erwartet, ohne selbst mit Hand anzulegen, wird sie von ihr nicht befriedigt werden könnnen.

Just. Liebig. 1840.

Einleitung.

Darstellung der in dieser Abtheilung zu lösenden Aufgabe.

Eine vollständige Anleitung zur chemischen Untersuchung thierischer Theile, eine Anweisung zur zoochemischen Analyse zu geben, ist gegenwärtig eine sehr schwierige Aufgabe, ja es ist, strenge genommen, geradezu unmöglich.

Der Grund hievon liegt darin, dass die ganze organische Chemie, namentlich die Zoochemie, mit der unorganischen Chemie verglichen gegenwärtig noch ausserordentlich lückenhaft ist: denn wenn man auch seit einiger Zeit angefangen hat, ihre technische Seite, die Anwendung der Thierchemie auf Künste und Gewerbe, einigermaassen auszubilden, so ist doch ihre wissenschaftliche Seite, die Anwendung derselben in der Naturgeschichte, der Anatomie, Physiologie und Pathologie, welche uns hier vorzugsweise interessirt, fast ganz vernachlässigt worden. Dazu kommt noch, dass die Untersuchung organischer Stoffe auch an sich viel schwieriger ist als die unorganischer Materien; letztere werden nicht zerstört, wie man sie auch behandeln mag; Eisen und Kalk z. B. bleiben immer dieselben Stoffe; man kann sie glühen, schmelzen, in Säuren auflösen, wieder niederschlagen, mit anderen Materien verbinden; sie verändern ihre Natur nicht, lassen sich immer noch entdecken und in ihrer ursprünglichen Reinheit darstellen, wenn sie auch noch so viele Metamorphosen durchgemacht haben.

Ganz anders verhalten sich die organischen Stoffe. Diese verändern sich schnell durch die Einwirkung der Luft, der Hitze, der Fäulniss u. dgl., ja sie zersetzen sich gegenseitig, und die meisten Mittel, welche wir anwenden können, um unorganische Stoffe von einander zu trennen, reichen hin, organische zu zersetzen und in andere zu verwandeln. Aber einmal unseren Händen entschlüpft, einmal verändert, lassen sich die organischen Materien nicht leicht wieder in ihren früheren Zustand zurückführen; das Material ist verloren, die Untersuchung misslungen.

Diese Uebelstände sind Schuld, dass chemische Untersuchungen organischer Stoffe gegenwärtig noch nicht nach denselben Grundsätzen und mit derselben Sicherheit angestellt werden können, die man für unorganische Analysen bereits gewonnen hat.

An die folgende Anleitung zur zoochemischen Analyse darf man daher nicht die Anforderung stellen, dass sie ausreiche, dem Anfänger eine vollkommene Sicherheit in zoochemischen Untersuchungen zu verschaffen; sie muss sich vielmehr mit der Erreichung eines bestimmten, ziemlich beschränkten Zweckes begnügen.

Um diesen Zweck, unsere gegenwärtige Aufgabe, vollkommen deutlich zu machen, müssen wir von den Grundpfeilern der Chemie und einer Darlegung der verschiedenen Arten der chemischen Analyse überhaupt ausgehen: wir können uns indessen dabei kurz fassen, da wir voraussetzen dürfen, dass diese Verhältnisse allen unseren Lesern hinreichend bekannt sein werden.

Die Chemiker haben alle vorhandenen Materien in eine bestimmte, ziemlich kleine Anzahl von G r u n d s t o f f e n oder E l e m e n t e n zerlegt. Indem diese Elemente sich nach bestimmten Gesetzen mit einander verbinden, entstehen zusammengesetzte Stoffe, welche nach dem Grade ihres Zusammengesetztseins sich in verschiedene Ordnungen oder Gruppen bringen

lassen. Wir nennen diese Verbindungen der Elemente je nach ihrer verschiedenen Natur Oxyde, Basen, Säuren, Salze.

Die chemische Analyse hat aber die Aufgabe, jeden Körper auf seine Elemente oder auf gewisse nach chemischen Gesetzen erfolgte Verbindungen von Elementen, wie Oxyde, Basen, Säuren, Salze etc. zurückzuführen; sie sucht nachzuweisen, welche dieser Elemente oder ihrer Verbindungen in ihm enthalten sind.

Sucht man die Quantität der verschiedenen Elemente oder ihrer Verbindungen, aus denen ein Körper besteht, zu bestimmen, so heisst die anzustellende Analyse eine quantitative; will man sich blos belehren, welche Bestandtheile eine gegebene Substanz enthält, ohne auf die Menge derselben Rücksicht zu nehmen, so nennt man die Untersuchung eine qualitative.

Eine zu untersuchende Substanz kann entweder eine reinchemische Verbindung, wenn auch noch so zusammengesetzter Art sein — ein chemisches Individuum —, oder sie bildet ein Gemenge, welches mehrere chemische Individuen enthält, die nicht nach chemischen Gesetzen mit einander verbunden sind.

In Folge dieses Unterschiedes der zu untersuchenden Substanz kann die chemische Analyse doppelter Art sein: beschäftigt sie sich mit einem chemischen Individuum, dessen Elemente nach bestimmten Verhältnissen mit einander verbunden sind, so heisst sie Elementaranalyse; beschränkt sie sich darauf, die in einem Gemenge enthaltenen chemischen Individuen ihrer Qualität oder Quantität nach zu bestimmen, ohne sich um die Elementarzusammensetzung derselben weiter zu bekümmern, indem sie diese gewöhnlich als bekannt voraussetzt, dann nennt man sie gewöhnlich qualitative oder quantitative Analyse im engern Sinne.

Gehen wir nun von dieser allgemeinen Darstellung auf die zoochemischen oder organischen Verbindungen überhaupt über.

Wie im unorganischen Reiche die Elemente zu Oxyden, Säuren, Salzen u. s. w. zusammentreten, so ist es auch der Fall bei den organischen Stoffen. Dieselben Elemente, denen wir

dort begegnen, vereinigen sich auch hier miteinander zu Basen, Säuren, Salzen oder auch zu Stoffen, die bald die Rolle einer Säure, bald die einer Basis spielen, und die man daher indifferente Stoffe nennen kann. Die Vereinigung der Elemente erfolgt in den organischen Reichen nach ebenso festen Verhältnissen und nach ähnlichen Grundsätzen, wie im unorganischen: die dadurch gebildeten Stoffe sind gleichfalls *chemische Individuen*; wir wollen sie zum Unterschied von den einfachen Elementen *organische Grundstoffe* nennen.

Setzt sich nun die organische Analyse die Aufgabe, diese Grundstoffe in ihre Elemente aufzulösen, so wird sie zur *organischen Elementaranalyse*.

Die organischen Grundstoffe haben aber, mit den unorganischen Verbindungen verglichen, manche Eigenthümlichkeiten: dieselben Elemente bilden im organischen Reiche eine viel grössere Zahl von Grundstoffen als im unorganischen. Fast alle organischen Grundstoffe nämlich bestehen nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, wozu bei vielen noch Stickstoff kommt: in einige gehen auch noch andere Elemente ein, wie Schwefel, Eisen, Phosphor.

Wenn man organische Stoffe zu zersetzen versucht, so zerfallen sie nicht immer unmittelbar in ihre Elemente, ebenso wenig, als sie sich in der Regel aus diesen wiederzusammensetzen lassen. Verbindungen dieser Art, in welche die organischen Grundstoffe unter gewissen Bedingungen zerfallen, aus denen sie sich wohl auch unter günstigen Verhältnissen wiederherstellen lassen, heissen *Radikale*. So wird z. B. das Cyan (2 C 2 N) als Radical des Harnstoffs (2 C 4 N 8 H 2 O) betrachtet, das *Protein* gilt für das Radikal von Eiweiss, Faserstoff und Käsestoff. Bisweilen nimmt man auch solche Radikale der Theorie zu Liebe blos an, ohne dass sie wirklich dargestellt worden sind, um sich die Zusammensetzung eines organischen Grundstoffes aus seinen Elementen leichter vorstellen zu können. Die Lehre von den Radikalen ist übrigens eine der schwierigsten in der organischen Chemie, und die ersten gegen-

wärtigen Chemiker haben darüber verschiedene Ansichten; man wird es uns daher nicht verdenken, wenn wir hier nicht weiter darauf eingehen.

Die organischen Materien, welche man einer chemischen Analyse unterwirft, sind aber sehr selten chemische Individuen; gewöhnlich enthalten sie mehrere, oft sehr viele organische Grundstoffe zugleich, bisweilen bestehen sie ausser diesen auch noch aus unorganischen Verbindungen. So besteht der Urin ausser Wasser aus Harnstoff, Harnsäure, Milchsäure, Extractivstoffen, mehreren Salzen, wie Chlornatrium, phosphorsaurem Kalk, phosphorsaurer Magnesia u. dgl. — das Blut enthält Wasser, Eiweiss, Faserstoff, Extractivstoffe, Fett, Farbestoffe, kohlensaure Alkalien, phosphorsaure Magnesia u. s. w.

Wir haben also drei verschiedene Arten der organischen Analyse zu unterscheiden:

1. die organische Elementaranalyse;

2. die Analyse der Radikale, (man verzeihe mir den neuen Ausdruck; es scheint mir aber sehr nothwendig, hierauf besonders aufmerksam zu machen, da die Analyse der Radikale, welche für die Vervollkommnung der Zoochemie und für eine einstige klare Einsicht in die organischen Processe viel richtiger ist als alle übrigen Arten der organisch-chemischen Analyse, gegenwärtig nicht einmal von allen Chemikern gehörig gewürdigt wird, natürlich aber noch viel weniger von der Mehrzahl der Aerzte und Naturforscher, die nicht alle einen klaren Begriff von der praktischen Chemie haben);

3. die organische Analyse im engeren Sinne, welche darin besteht, dass man organische Materien, die nicht chemische Individuen, sondern Gemenge bilden, in die organischen Grundstoffe und unorganischen Verbindungen, aus welchen sie bestehen, zu zerlegen versucht. Organische Analysen der Art sind entweder blos qualitativ oder zugleich quantitativ.

Die erste und zweite Art der organischen Analyse kann uns hier nicht weiter beschäftigen. Die Elementaranalyse sowohl als die Analyse der organischen Radikale erfordert um-

fassende theoretische Vorkenntnisse und eine praktische Uebung in chemischen Arbeiten, wie sie nur durch jahrelange Beschäftigung mit der praktischen und theoretischen Chemie erworben werden; sie erfordert überdies kostspielige Apparate und ein vollständig eingerichtetes chemisches Laboratorium. Diese Arten der Analyse müssen daher dem Chemiker vom Fach überlassen werden.

Für unseren Zweck bleibt daher nur die dritte Art, die organisch-chemische Analyse im engeren Sinne übrig. Diese ist aber gegenwärtig, wie wir schon oben erwähnten, noch sehr mangelhaft, denn

1. kennt man bei weitem noch nicht alle organischen Grundstoffe und von vielen, die man dafür hält, ist nicht ausgemacht, ob sie wirkliche chemische Individuen sind, oder nur aus einem Gemenge von mehreren noch unbekannten Grundstoffen bestehen;

2. kann man selbst diejenigen Grundstoffe, welche bereits bekannt sind, nicht immer leicht in ihren Gemengen mit anderen Stoffen erkennen und noch weniger leicht von einander scheiden. Daher ist namentlich die quantitative Analyse organischer Materien viel unvollkommner als die unorganischer. Aber selbst wenn man eine Substanz ganz rein dargestellt hat, ist es häufig sehr schwer, sich von ihrer Identität mit einem bekannten Grundstoff zu überzeugen und es bleibt bisweilen kein anderes Mittel übrig, als ihre Elementaranalyse zu machen.

Diese Uebelstände lassen sich nicht heben; sie sind Schuld, dass auch unsere gegenwärtige Anleitung das Siegel der Unvollkommenheit an ihrer Stirne trägt.

Aber ausser den beregten Lücken hat die bisherige chemische Analyse organischer Körper noch andere Mängel. Sie hat sich nämlich bis jetzt blos chemischer Hilfsmittel bedient: diese konnten aber höchstens bei Untersuchungen organischer Flüssigkeiten oder amorpher Massen, wie Concretionen, Blasen-, Gallensteine u. dgl. brauchbare Resultate geben. Wo es galt, organisirte Stoffe, Theile von Pflanzen oder Thieren chemisch zu untersuchen, da mussten natürlich die Ergebnisse der Ana-

lyse sehr unvollkommen ausfallen. Hier hatte man nicht mehr mit einem blossen Gemenge von chemischen Individuen zu thun, man hatte ein Gemenge von organischen Individuen (*sit venia verbo*), deren Jedes wieder aus einem Gemenge von mehreren chemischen Individuen bestand. Geistreiche Chemiker haben die Unzulänglichkeit rein chemischer Untersuchungsmethoden für die Analysen solcher Stoffe selbst eingesehen; sie erkannten, dass man auf diesem Wege nicht zum Ziele gelangen könne. Man hat den nicht unpassenden Vergleich gebraucht, eine solche Untersuchung sei nicht viel besser, als wenn man eine Uhr oder eine andere Maschine, um ihren Mechanismus kennen zu lernen, im Mörser zerstossen und dann chemisch untersuchen wollte!

Aus diesen Gründen, vorzüglich aus dem letzterwähnten erhellt, warum die Chemiker, selbst die ersten und berühmtesten unter ihnen, so häufig in Verlegenheit kommen, wenn sie organische Gegenstände untersuchen sollen, warum ferner die Resultate der chemischen Untersuchung bisher für die Naturgeschichte, für die Physiologie, Pathologie und Therapie so wenig geleistet haben — eine Thatsache, die leider jeder Arzt und Naturforscher eingestehen muss und die von Seite der letzteren oft genug beklagt wurde.

Aus denselben Gründen hielten es die Naturforscher und Aerzte selten der Mühe werth, sich die nöthige praktische Uebung für chemische Untersuchungen zu erwerben: sie hielten sich lieber ausschliesslich an das Studium der morphologischen Seite des Organismus, an die Zergliederung und mikroskopische Untersuchung, welche ihnen wichtigere Aufschlüsse versprachen und überdies weit weniger Schwierigkeiten hatten.

Die Aufgabe, welche wir uns gesetzt, besteht nun hauptsächlich darin, eine Verbindung der morphologischen Untersuchung mit der chemischen zu veranlassen. Beide Methoden gewinnen dadurch sehr viel: das morphologische Studium erhält eine grössere Ausdehnung und mehr Sicherheit; die chemische Analyse verliert mehrere der oben gerügten Mängel, wird also

sicherer, sie wird ferner durch eine Verbindung mit der mikroskopischen Untersuchung ausserordentlich vereinfacht und lässt sich durch Vermittelung derselben bei vielen Gegenständen anwenden, die ihr früher unzugänglich waren. Welche Vortheile eine solche Verbindung der beiden Untersuchungsmethoden der Wissenschaft bereits gebracht hat, sehen wir aus den neuesten Schriften einiger der tüchtigsten Physiologen der Gegenwart, eines Joh. Müller, Valentin, Henle, Schwann, Pappenheim u. A. Hoffentlich werden die folgenden Bände dieses Werkes dem Leser die Richtigkeit dieser Behauptung auch in Bezug auf die praktische Medicin deutlich machen.

Damit aber eine solche Vereinigung beider Untersuchungsmethoden möglich werde, muss entweder der Chemiker zum Naturforscher und Arzt, oder der Naturforscher und Arzt muss zum Chemiker werden. Das erstere geht aus leicht begreiflichen Gründen nicht wohl an, also bleibt nur das Letztere übrig.

Es ist aber gewiss nicht zu viel verlangt, wenn man an jeden Naturforscher, der die ernstliche Absicht hat, seine Wissenschaft zu fördern, sei er nun Botaniker, vergleichender Anatom oder Physiolog, die Anforderung stellt, dass er eine gewisse Uebung in der Ausführung chemischer und mikroskopisch-chemischer Untersuchungen habe und solche Analysen, so oft er sie nöthig hat, selbst unternehme; denn nur er kann genau wissen, worauf er bei solchen Untersuchungen vorzüglich zu sehen hat, was ihm wichtig, und was unwichtig ist. Es ist beim gegenwärtigen Stande der organischen Chemie einmal durchaus unmöglich, bei einer organischen Analyse Alles zugleich im Auge zu behalten, daher wird auch der geübteste Chemiker, der aber mit den physiologischen und pathologischen Verhältnissen nicht genau bekannt ist, nach wochenlangen mühsamen Untersuchungen zwar eine sehr schöne Analyse liefern, aber er wird oft das nicht entdecken können, was den Physiologen oder Botaniker am meisten interessirt und was dieser, freilich mit Vernachlässigung der übrigen Verhältnisse, durch eine combinirte Untersuchungsmethode in wenigen Augenblicken selbst auf-

finden kann. Ein Beispiel wird dies deutlich machen. Ein Botaniker entdeckt durch die mikroskopische Untersuchung in gewissen Pflanzentheilen eigenthümliche Körner, über deren chemische Beschaffenheit er Aufschluss haben möchte. Er vermuthet, es möchte dies Amylum sein, übergiebt daher eine Quantität der Pflanze einem Chemiker zur Untersuchung. Dieser findet allerdings Amylum in der Pflanze; aber dessenungeachtet bleibt es noch immer zweifelhaft, ob dieses auch wirklich in jenen Körnern enthalten war. Eine einfache mikroskopisch-chemische Untersuchung, die höchstens einige Minuten Zeit erfordert, reicht aber hin, den Beweis zu liefern, dass jene Körner wirklich aus Amylum bestanden. — Die dritte Abtheilung wird einige ähnliche Beispiele bringen.

Vom Arzte dagegen kann man nicht immer verlangen, dass er diejenigen chemischen Untersuchungen, welche er zur Erweiterung der Wissenschaft oder um seine Diagnose zu sichern, anzustellen für Pflicht hält, selbst unternehme — die öftere Anstellung solcher Untersuchungen ist aber meiner Ueberzeugung nach die Pflicht, wenn nicht eines jeden Arztes, doch wenigstens die eines jeden klinischen Lehrers —; denn diese Analysen sind gewöhnlich mühsam und zeitraubend. Er kann Jemand an seiner Seite haben, der diese chemischen und mikroskopischen Untersuchungen unter seiner Leitung vornimmt, aber er soll wenigstens die nöthigen theoretischen und praktischen Kenntnisse besitzen, um diese Untersuchungen überwachen zu können und soll immer angeben, worauf der Untersuchende vorzüglich Rücksicht zu nehmen hat.

Eine Anleitung zur zoochemischen Untersuchung organischer, vorzüglich thierischer Gegenstände in der erwähnten Art zu geben, ist die Aufgabe und der Zweck dieser Abtheilung der vorliegenden Schrift. Die gewählte Methode ist zwar noch immer sehr unvollkommen, aber sie scheint für den Augenblick die Beste; ihre consequente Anwendung verspricht für sie Naturwissenschaften und die Medicin erhebliche Vortheile, die darum nicht verloren gehen werden, wenn diese Methode spä-

ter, und ich hoffe bald von einer vollkommneren verdrängt werden sollte.

Diese Anleitung ist zunächst für Naturforscher und Aerzte bestimmt, weniger für Chemiker, doch werden vielleicht auch diese in manchen Fällen, namentlich bei eigentlichen zoochemischen Analysen, sie mit Vortheil benützen können.

Die folgenden Abschnitte enthalten mehr den formellen Theil der zoochemischen Analyse: eine Beschreibung der für die meisten Untersuchungen erforderlichen chemischen Operationen und der dazu nöthigen Geräthschaften — eine Uebersicht über die in Gruppen geordneten bis jetzt bekannten zoochemischen Grundstoffe und die im thierischen Körper am häufigsten vorkommenden unorganischen Verbindungen nebst Angabe ihrer Eigenschaften und der Mittel, ihre Gegenwart zu entdecken und sie für eine quantitative Analyse abzuscheiden — dann eine Aufzählung der hauptsächlichsten Reagentien mit Angabe der Art und Weise, wie man durch sie gewisse organische Grundstoffe oder unorganische Verbindungen entdeckt — ferner eine Darstellung der Methoden, welche man bei zoochemischen Untersuchungen einzuschlagen hat, — und endlich eine Anweisung zur mikrochemischen Untersuchung, zu chemischen Operationen unter dem Mikroskop.

Die dritte Abtheilung dagegen enthält eine praktische Anweisung zur chemischen Untersuchung in Verbindung mit der mikroskopischen. Sie wird hoffentlich die Leser in den Stand setzen, sich der gegebenen theoretischen Anleitung mit Nutzen bedienen zu können.

Erster Abschnitt.

Anweisung zur Ausführung der gewöhnlichsten chemischen Operationen.

Man kann kaum eine chemische Untersuchung von Belang anstellen, ohne dazu mancherlei Operationen nöthig zu haben, von denen die meisten eine gewisse Geschicklichkeit und eigene Handgriffe erfordern, wenn sie anders gut gelingen sollen.

Da ich nicht voraussetzen kann, dass jeder Leser Uebung in praktischen chemischen Arbeiten habe, und doch ohne diese Geschicklichkeit auch bei den besten theoretischen Kenntnissen die Untersuchung selten gelingt, so will ich die wichtigsten dieser Operationen und diejenigen, welche besondere Handgriffe erfordern, so genau als es nöthig ist beschreiben.

Freilich lernt man in solchen Dingen durch eigene Anschauung, durch die mündliche und praktische Anweisung eines geschickten Lehrers und durch eigene Versuche in einer Stunde mehr als durch bogenlange Anleitungen, aber nicht Jeder möchte Gelegenheit haben, sich in einem Laboratorium praktisch einzuüben; solchen empfehle ich, sich vor Anstellung wirklicher chemischer Untersuchungen mit Benutzung der zu gebenden Anleitung so viel als möglich für sich zu üben. Wenn auch die ersten Versuche misslingen sollten, Geduld und Ausdauer werden allmählig alle Schwierigkeiten überwinden!

Folgende allgemeine Regeln sollen bei Anstellung chemischer Analysen vor Allem berücksichtigt werden:

1. Man lasse sich die nöthige Zeit und übereile Nichts, sonst läuft man Gefahr, durch Hastigkeit seine Materialien

hundertmal zu verschütten und dadurch die ganze Arbeit zu verderben: chemische Arbeiten wollen einmal Zeit haben. Dagegen sei man namentlich bei zoochemischen Arbeiten nicht zu saumselig, weil thierische Stoffe sich sehr leicht zersetzen und verfaulen. Will man thierische Theile für eine künftige Untersuchung aufbewahren, so muss man sie zur Trockne abdampfen, oder sie mit Weingeist, Aether etc. übergiessen, vorausgesetzt, dass diese Stoffe keine Veränderung in ihnen hervorbringen.

2. Man arbeite immer mit reinen Geräthschaften und reinen Materialien; alle Gefässe müssen vor und nach jeder Untersuchung wohl ausgewaschen, Glasstäbe, mit denen man umrührt, u. dgl. wohl abgewischt werden; alle anzuwendenden Auflösungsmittel, wie Wasser, Weingeist u. s. w., alle Reagentien müssen rein sein: man lasse sich ja nicht etwa durch Ersparungssucht verleiden, schlechte, unreine Reagentien etc. anzuwenden, wo man gute haben kann und muss, denn sonst bekommt man fremde, nicht ursprünglich in der zu untersuchenden Substanz enthaltene Stoffe in seine Analyse und erhält falsche Resultate.

3. Man mache Alles so genau als möglich und versäume keine nöthige Vorsichtsmaassregel. Dies gilt namentlich bei quantitativen Untersuchungen. Hat man etwas von seiner Masse verloren, sei es durch Verschütten, Verspritzen, Ueberlaufen beim Kochen oder dadurch, dass man seine Gefässe nicht gehörig ausgewaschen und etwas an ihnen hat hängen lassen, so thut man besser die Arbeit ganz aufzugeben, denn man erhält doch kein zuverlässiges Resultat mehr. Bei organischen Analysen wirken ohnedies so viele Umstände, die man nicht in seiner Gewalt hat, störend auf die Richtigkeit der Resultate und namentlich auf die Genauigkeit derselben ein: man muss deshalb um so mehr darauf sehen, dass wenigstens in den Fällen, wo man genau sein kann, Nichts versäumt werde. Nirgends hat die Sudelei traurigere Folgen als in der Chemie! Dagegen giebt es Fälle, wo man keine genauen Resultate höthig hat und sich durch einen schnellen Versuch blos im Allgemeinen von

der Gegenwart eines gewissen Stoffes zu überzeugen wünscht; wollte man hier ängstlich eine Menge unnöthiger Vorsichtsmaassregeln anwenden, so würde man seine Zeit vergeuden; denn chemische Untersuchungen sind ohnedies zeitraubend genug. Um hier das rechte Maass zu halten, sei man sich daher immer klar bewusst, was man erreichen will, und welche Vorsichtsmaassregeln man allenfalls ersparen kann, welche dagegen man unumgänglich nöthig hat.

§. 1. Auflösen und Extrahiren (Ausziehen).

Was man unter Auflösen eines festen Körpers in einer Flüssigkeit versteht, bedarf keiner Erklärung; einen Körper ausziehen oder extrahiren heisst, gewisse in einer bestimmten Flüssigkeit auflösliche Theile desselben auflösen und dadurch von den übrigen unauflöslichen trennen. Beide Operationen kommen fast bei allen zoochemischen Analysen vor; das Verfahren ist bei beiden fast dasselbe, wir betrachten sie daher hier zusammen.

Die erste Regel ist, den Körper, welcher aufgelöst oder extrahirt werden soll, so viel als möglich zu zerkleinern. Feste Körper werden daher in einem Mörser (der am besten von Achat ist) zerstossen oder gepulvert. Sind die Körper sehr spröde, so verliert man gewöhnlich während des Pulverns einen grossen Theil derselben; es springen nämlich fast immer Theilchen wegen ihrer Elasticität aus dem Mörser heraus. Um dies zu verhüten, bedecke man den Mörser mit einem reinen Tuche, oder stelle ihn auf einen Bogen Glanzpapier: man kann dann die herausgeschleuderten Theilchen leicht mit dem Barte einer Feder zusammenkehren und wieder benützen.

Halbweiche Theile, wie Fleisch, Zellgewebe, fibröse Gebilde, wohin die meisten thierischen Theile gehören, muss man zerschneiden und dann auf einem Brete fein zerhacken.

Knochen werden am besten geraspelt.

Ganz weiche, wie Gehirn, Nervenmasse, Markschwammmasse u. dgl. zerreibt man in einem Mörser von Achat oder

Porcellan zu einem dünnen Brei, und setzt während des Zerreibens allmählich die zum Ausziehen dienende Flüssigkeit hinzu.

Man übergiesst dann die aufzulösende Substanz in einem passenden, hinlänglich grossen Gefässe von Glas oder Porcellan mit der Flüssigkeit. In manchen Fällen erfolgt die Auflösung sehr leicht, bisweilen geht sie nur schwierig und langsam von Statten, dann befördert man sie durch häufiges Umrühren mit einem Glasstab. Ebenso befördert gewöhnlich das Erwärmen der Flüssigkeit die Auflösung.

Es ist gut, nicht zu viel Flüssigkeit anzuwenden, damit die Auflösung so concentrirt (gesättigt) als möglich sei: deshalb thut man wohl, Anfangs nur wenig Flüssigkeit zu nehmen und allmählig mehr zuzusetzen, bis die Auflösung vollständig erfolgt ist. Aber die Auflösung muss vollständig geschehen: man muss daher so lange neue Flüssigkeit zusetzen, bis dies erfolgt ist. So allein bewahrt man sich vor Täuschungen, denn man hält bisweilen etwas für unauflöslich, blos weil man nicht Flüssigkeit genug angewendet hat; setzt man mehr von dem Auflösungsmittel hinzu und wartet man längere Zeit, so erfolgt häufig noch eine vollständige Auflösung.

Nach geschehener Auflösung muss man die Flüssigkeit filtriren, um zufällig beigemischte fremde Theile, die fast immer vorhanden sind, von ihr zu trennen.

Die zur Auflösung dienende Flüssigkeit kann sehr verschieden sein, Wasser, Weingeist, Aether, Säuren oder Alkalien; die Wahl derselben hängt immer von der Natur des aufzulösenden Körpers ab. Das Verfahren ist bei allen Auflösungsmitteln dasselbe: nur darf man Weingeist und Aether nicht über offenem Feuer erhitzen, weil ihre Dämpfe und sie selbst sich allzuleicht entzünden, was zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben kann.

Thierische Theile sind nur selten von der Art, dass sie sich ganz in einer Flüssigkeit auflösen; die Auflösung verwandelt sich daher bei ihnen gewöhnlich in ein Extrahiren.

Man verfährt dabei wie bei der Auflösung, bringt die auszuziehende Substanz in ein passendes Gefäss und übergiesst sie mit der Flüssigkeit. Nach geschehener Extraction wird die Flüssigkeit von dem ungelöst gebliebenen Rückstande abfiltrirt. Das Ausziehen muss so lange fortgesetzt werden, bis Nichts mehr aufgelöst wird; ist also die zuerst aufgegossene Flüssigkeit gesättigt, so wird sie durch Filtriren getrennt und eine neue Quantität derselben übergegossen. Man erkennt es daran, dass die Ausziehung vollendet ist, dass die zuletzt abfiltrirte Flüssigkeit von einem Reagens, welches die aufzulösenden Substanzen anzeigt, nicht mehr verändert wird, oder — wenn die aufzulösenden Substanzen nicht flüchtig sind und die zur Extraction dienende Flüssigkeit nicht etwa feuerbeständig ist — noch besser daran, dass einige Tropfen der abfiltrirten Flüssigkeit, auf ein dünnes Platinblech gebracht und über der Flamme einer Spirituslampe erhitzt, vollkommen verdunsten und auf dem Bleche keinen Rückstand hinterlassen.

In manchen Fällen beschleunigt und erleichtert man sich das Ausziehen durch Auspressen, wobei aber die abfliessende Flüssigkeit sorgfältig gesammelt und filtrirt werden muss. Der Rückstand wird dann in einer neuen Quantität Flüssigkeit fein zertheilt und aufs Neue ausgezogen, bis Nichts mehr aufgelöst wird.

Um sich das Extrahiren zu erleichtern, hat man verschiedene Vorrichtungen, die aber ziemlich complicirt und theuer sind: wir unterlassen es daher, eine genaue Beschreibung derselben zu geben.

In manchen Fällen muss die Flüssigkeit beim Extrahiren erwärmt werden: man nennt diese Operation Digeriren. Das Erwärmen geschieht entweder auf dem warmen Ofen, im Wasserbade oder im Sandbade.

Ist die zur Extraction dienende Flüssigkeit Wasser, welches immer destillirtes sein muss, so giesst man dieses sogleich ohne weitere Vorbereitung über die zerkleinerte Substanz. Ist sie dagegen Alkohol oder Aether, so muss man die Substanz

vorher trocknen (weil das in ihr enthaltene Wasser den Weingeist oder Aether verdünnen und seine Wirkung schwächen würde). Bei Anwendung von Alkohol, namentlich aber bei der von Aether, welcher sehr flüchtig ist, nimmt man die Extraction in verschlossenen Gefässen vor, am besten in Gläsern mit engem Halse und eingeriebenem Glasstöpsel, damit nicht zu viel Flüssigkeit während der Operation durch Verdunsten verloren geht.

Aber auch wenn man eine andere, nicht flüchtige Flüssigkeit zum Auflösen oder Extrahiren anwendet, müssen die Gefässe mit Papier oder besser noch mit einer Glasscheibe bedeckt werden, damit kein Staub hineinfalle.

Bei allen quantitativen Untersuchungen, wo Nichts verloren gehen darf, müssen alle Gefässe, die zur Auflösung oder Extraction dienten, ausgewaschen, abgespült und die dazu verwandte Flüssigkeit, nachdem sie filtrirt worden, zur Auflösung oder zum Extracte hinzugefügt werden.

§. 2. Ausgiessen. Filtriren. Auswaschen.

Da bei einer quantitativen Analyse von den Flüssigkeiten, mit denen man arbeitet, Nichts verloren gehen darf, so muss man bei gewogenen Flüssigkeiten besondere Aufmerksamkeit auf das Ausgiessen aus einem Gefäss in das Andere verwenden. Sehr leicht läuft dabei ein Theil der Flüssigkeit am Gefässe herab und geht verloren: nur durch viele Uebung erlangt man die Geschicklichkeit, auszugiessen, ohne etwas zu verschütten.

Man hat aber einige Mittel, das Herablaufen der Flüssigkeit am Gefässe zu verhüten, und dem Anfänger ist anzurathen, davon immer Gebrauch zu machen:

1. Man bestreiche den Rand des Gefässes an der Stelle, wo man ausgiessen will, äusserlich mit Fett: dies Mittel kann indessen nur angewandt werden, wenn die Flüssigkeit das Fett nicht aufzulösen vermag, also nicht bei Weingeist, Aether u. dgl.

2. Man halte einen befeuchteten Glasstab etwas geneigt an den Rand des Gefässes (wie auf T. III. Fig. 13. abgebildet); dadurch wird die Flüssigkeit veranlasst, der Richtung des Glasstabes folgend, in einem feinen Strahle abzufliessen.

Mit Hilfe der beiden angegebenen Mittel kann man selbst aus einem Gefässe, welches einen glatten Rand ohne Ausguss hat, Flüssigkeiten ausgiessen, ohne etwas davon zu verschütten.

Das Filtriren ist eine sehr häufig vorkommende Operation: sie dient, aufgelöste Stoffe von unaufgelösten zu trennen. Man bedient sich zum Filtriren gewöhnlich des ungeleimten Papieres — Druckpapieres. — Gut ist es, wenn man Filtrirpapier von verschiedener Dicke hat, dünnes für Flüssigkeiten, welche Theile enthalten, die nicht leicht durch das Filtrum gehen, dickeres für Flüssigkeiten mit sehr kleinen Theilchen, wie Blut Eiter u. dgl.

Aus diesem Papiere macht man das Filtrum, welches beim Gebrauche in einen Trichter von Glas oder Porcellan gelegt wird. Man hat zweierlei Arten von Filtern, das einfache und das gefaltete, welche nur in der Art verschieden sind, wie man das Papier zum Filtrum zusammenlegt. Das letztere verdient den Vorzug, wenn man schnell filtriren will; das erstere ist bequemer, wenn man den Rückstand vom Filtrum abnehmen will. Wie diese beiden Arten von Filtern gemacht werden, wird kaum Jemand aus einer Beschreibung lernen; eine solche ist um so weniger nöthig, da gewiss Jeder Gelegenheit hat, sich dieses erste und nothwendigste aller chemischen Kunststücke praktisch lernen zu lassen.

Für zoochemische Arbeiten sind häufig Filter von Leinwand oder Seidenzeuch den Papierfiltern vorzuziehen; sie zerreissen nicht so leicht als diese, man kann bei ihnen durch Druck und Pressen das Filtriren befördern, man kann sie auswaschen; wenn sie sich verstopfen und kann die Rückstände von ihnen weit leichter wegnehmen, als von Papierfiltern. Bei ihrer Wahl muss man darauf sehen, dass sie keine, wenn auch noch so feinen Löcher oder Oeffnungen haben: man besehe sie

daher sorgfältig, ehe man sie anwendet, indem man sie gegen das Licht hält. — Solche Filtra sind aber nie so fein als Papierfiltra, die Flüssigkeit läuft immer etwas trüb durch sie, man muss sie daher gewöhnlich noch einmal durch Papier filtriren, was aber nun viel leichter und schneller geht, als wenn man es gleich anfangs thun würde.

Bei zoochemischen Untersuchungen ist das Filtriren häufig sehr schwierig, ja unmöglich, indem entweder die festen Theile so klein sind, dass sie fast durch alle Filtra hindurchgehen, wie beim Blut, beim Eiter u. s. w., oder so zähe und schleimig, dass sie dieselben verstopfen; man muss daher häufig alle zu Gebote stehenden Mittel anwenden, um sich die Operation zu erleichtern. Solche Mittel sind folgende:

Man lasse die Flüssigkeit mit den festen Theilen eine Zeit lang ruhig stehen, damit die festen Theile zu Boden fallen, dann giesse man die obenstehende Flüssigkeit vorsichtig ab, oder entferne sie noch besser durch einen kleinen Heber und den letzten Rest derselben durch die Pipette. Dies wiederholt man so lange, bis die Extraction vollendet ist. Es versteht sich, dass die abgegossene Flüssigkeit, wenn man sie noch weiter untersuchen will, vorher filtrirt werden muss, was nun keine Schwierigkeit mehr hat.

Enthält eine trübe Flüssigkeit, welche sich nicht filtriren lässt, aufgelöstes Eiweiss, so koche man sie kurze Zeit, wodurch das Eiweis coagulirt wird und die trübenden Theile miteinschliesst und zu Boden reisst. Nach dem Kochen lässt sie sich gewöhnlich leicht filtriren. Dasselbe Verfahren ist häufig auch bei anderen, nicht eiweisshaltigen Flüssigkeiten von Nutzen. In manchen Fällen muss man aber das Kochen vermeiden, so wenn die Flüssigkeit Harnstoff enthält, der durch das Kochen zerstört werden kann.

Schleimhaltige Flüssigkeiten, wie Speichel, Auswurf u. dgl. lassen sich im gewöhnlichen Zustande oder auch mit Wasser verdünnt gar nicht filtriren, weil der Schleim das Filtrum verstopft. Solche Flüssigkeiten dampft man ab, bis sie fast trocken

sind, und behandelt sie dann mit Weingeist oder Essigsäure, wodurch der Schleim coagulirt wird.

In manchen Fällen ist es nöthig, heiss zu filtriren, z. B. bei den meisten Fettarten, die sich nur in heissem Alkohol auflösen. Man braucht in solchen Fällen eine eigenthümliche Vorrichtung, um die heiss auf das Filtrum gegossene Flüssigkeit auch während des Filtrirens heiss zu erhalten. Die Vorrichtung besteht in einem Glaskölbchen, das mit einem durchbohrten Kork genau verschlossen werden kann. Durch den Kork geht eine dünne hufeisenförmig gebogene Glasröhre. Das Kölbchen wird mit der Flüssigkeit (hier Weingeist) zur Hälfte angefüllt und über der Spirituslampe erhitzt, während das freie Ende der Glasröhre in die auf dem Filtrum befindliche Flüssigkeit eingetaucht wird. Die Dämpfe aus dem Kölbchen erhalten die Flüssigkeit auf dem Filtrum kochend.

Um aus einer zu extrahirenden Substanz auch den letzten Rest der auflöslichen Theile zu entfernen, wird sie ausgewaschen. Dies geschieht entweder in demselben Gefässe, worin die Extraction vorgenommen wurde, indem man so lange neue Flüssigkeit aufgiesst, bis diese Nichts mehr auflöst, was auf die im vorigen § angegebene Weise geprüft wird, oder es geschieht auf dem Filtrum. Im letzteren Falle bedient man sich entweder der Spritzflasche oder man wendet eine eigene Vorrichtung an, welche die Operation sehr erleichtert.

Um durch Auswaschen auf dem Filtrum die Lösung so concentrirt als möglich zu erhalten, dient folgende Methode. Man verstopft die untere Oeffnung des Trichters durch einen passenden Kork, giesst dann das ganze Filtrum voll Flüssigkeit und lässt es eine Zeit lang stehen. Dann nimmt man den Kork weg und lässt die Flüssigkeit ablaufen. Dies wiederholt man so oft, als sich noch etwas auflöst. Man muss aber hiebei sehr vorsichtig sein, um nicht bei der Wegnahme des Korkes etwas Flüssigkeit zu verlieren.

§. 3. Trocknen. Abdampfen. Destilliren. Kochen.

Bei quantitativen Analysen müssen alle Stoffe, ehe man sie wiegt, wohl ausgetrocknet werden, weil ausserdem das Wasser, welches sie entweder schon ursprünglich enthalten, oder meist mit grosser Begierde aus der Luft anziehen, sich zu ihrem Gewicht hinzuaddirt und unrichtige Resultate giebt.

Beim Trocknen organischer Substanzen muss man sehr genau zu Werke gehen. Da nämlich fast alle Stoffe der Art durch einen zu hohen Grad von Hitze zerstört oder wenigstens verändert werden, so darf man sie nie einer Temperatur aussetzen, bei welcher dieser Unfall eintreten könnte. Man darf sie also weder über freiem Feuer, noch auf einem sehr heissen Ofen, am allerwenigsten auf einem Ofen von Metall trocknen, da man bei diesen Arten von Erhitzung den Grad der Wärme nicht in seiner Gewalt hat. Auf der anderen Seite reicht es nicht hin, sie etwa blos an der Luft oder an der Sonne zu trocknen; sie würden dadurch nicht immer alles Wasser verlieren, das manche von ihnen mit grosser Hartnäckigkeit zurückhalten.

Man bedient sich daher zum Trocknen organischer Stoffe gewisser Vorrichtungen, bei welchen man die Temperatur immer genau in seiner Gewalt hat.

Diese sind:

1. Das Dampfbad. Das Gefäss, in welchem sich die zu trocknende Substanz befindet, wird den Dämpfen von kochendem Wasser ausgesetzt und dadurch erhitzt. Auf diese Weise erhält man eine Hitze, welche immer etwas unter der Temperatur des kochenden Wassers bleibt. Sie beträgt zwischen 75 und 80° C. und steigt nicht leicht über 90° C. (72° R).

2. Das Wasserbad: das Gefäss, welches die zu trocknende Substanz enthält, ist von kochendem Wasser umgeben. Die Hitze steigt hier nicht über 100° C (80° R), beträgt aber gewöhnlich einige Grade weniger, namentlich wenn das Wasserbad nicht ganz voll ist.

Das gewöhnlich angewandte Wasserbad, welches unter den chemischen Geräthschaften beschrieben werden wird, ist eine Verbindung des Wasserbades mit dem Dampfbade.

3. Das Kochsalzbad. Die zu trocknende Substanz ist hier mit einer gesättigten Kochsalzauflösung umgeben, welche kochend erhalten wird. Man erhält dadurch eine immer gleiche Temperatur von etwa 108° C (86° R).

Fast alle thierischen Substanzen, welche man trocknen will, müssen in einer dieser Vorrichtungen getrocknet werden. Man sieht bei Untersuchungen, die nicht ganz genau zu sein brauchen, schon am Aussehen, ob eine Substanz gehörig trocken ist: bei ganz genauen quantitativen Untersuchungen muss man diese so lange trocknen, bis sie Nichts mehr an Gewicht verliert, muss sie also während des Trocknens wiederholt wiegen. Jede Substanz, welche getrocknet worden ist, muss sogleich nach dem Erkalten gewogen werden, ehe sie neue Feuchtigkeit aus der Luft anziehen kann.

Man trocknet die Substanzen gewöhnlich in Uhrgläsern oder Porcellangläsern: beide werden mit gewogen und ins Wasserbad oder Kochsalzbad gestellt: Niederschläge trocknet man am besten mit dem vorher gewogenen Filtrum.

Das Wasserbad reicht hin, um die meisten thierischen Substanzen zu trocknen, nur solche, welche die Feuchtigkeit mit grosser Hartnäckigkeit zurückhalten, z. B. Extractivstoffe, trocknet man besser im Kochsalzbade. Man kann auch das Sandbad zum Trocknen verwenden, muss aber dabei sehr auf seiner Hut sein, damit die Substanz nicht verbrenne.

Manche thierische Substanzen enthalten ausser Wasser noch andere flüchtige Theile, welche beim Trocknen gleichfalls weggehen, z. B. Essigsäure, Ameisensäure, Buttersäure, Ammoniak u. dgl. Man muss deshalb auf seiner Hut sein, und nicht Alles, was beim Trocknen weggeht, ohne Weiteres für Wasser halten: solche flüchtige Stoffe verrathen sich gewöhnlich durch ihren Geruch.

Das Abdampfen oder Abrauchen besteht darin, dass man eine Flüssigkeit so lange erhitzt, bis ein Theil davon als Dampf weggegangen ist. Das Abrauchen hat den Zweck, entweder eine Auflösung, welche sehr verdünnt ist, zu concentriren, oder auch die Flüssigkeit, in welcher gewisse Substanzen aufgelöst enthalten sind, ganz zu entfernen, um jene Bestandtheile trocken zu erhalten. Das Letztere meint man, wenn man sagt, man solle etwas zur Trockne abrauchen. Gewöhnlich ist die abzurauchende Flüssigkeit Wasser, bisweilen Alkohol, Aether, eine Säure etc., und es liegt Nichts daran, wenn sie beim Abdampfen verloren geht; will man sie aber nicht verlieren, so muss man eigene Vorrichtungen anwenden, wovon weiter unten.

Damit das Abrauchen schnell erfolge, muss die abzurauchende Flüssigkeit der Luft eine grosse Oberfläche darbieten, man bedient sich deshalb dazu am besten flacher Gefässe. Am besten sind Schalen von Porcellan, sogenannte Abrauchschalen, die man von verschiedener Grösse haben muss, für kleine Mengen gebraucht man wohl auch Uhrgläser.

Das Abdampfen geschieht fast immer durch Hilfe der Wärme, entweder unmittelbar über freiem Feuer, einem Kohlenofen oder einer Spirituslampe, oder mittelbar, mittelst des Wasser- oder Sand-Bades.

Das erstere Verfahren, über freiem Feuer, geht schneller und ist daher in allen Fällen vorzuziehen, wo man nicht fürchten darf, dass durch einen hohen Hitzgrad die Substanz, mit der man experimentirt, zerstört oder verdorben wird.

Beim Abdampfen im Wasserbade hat man dagegen die Hitze mehr in seiner Gewalt; man darf nicht fürchten, dass die Substanz verbrennt oder sonst Schaden nimmt. Dies Verfahren ist daher bei zoochemischen Arbeiten fast immer ausschliesslich anzuwenden.

Um zu bestimmen, wieviel feste Theile eine Flüssigkeit enthält, wiegt man erst das leere Schälchen, dann füllt man es mit der Flüssigkeit und wiegt es wieder; man kennt also die

Menge der Flüssigkeit, wenn man das Gewicht des leeren Schälchens vom Gesammtgewicht abzieht. Man wiegt es wieder, nachdem die Substanz zur Trockne abgedampft ist, und erfährt dadurch, dass man das Gewicht des leeren Schälchens von diesem Gewicht abzieht, das des trockenen Rückstandes.

Manche Substanzen halten die Feuchtigkeit hartnäckig zurück, oder ziehen sie sehr leicht aus der Luft wieder an; sie sind, wie man sich gewöhnlich ausdrückt, sehr hygroskopisch. Diese muss man sehr lange über dem Wasserbade lassen oder noch besser im Kochsalzbade trocknen und sie sogleich wiegen, nachdem sie erkaltet sind.

Manche, wie die Fettarten, die Harze, sind flüssig, so lange sie warm sind, und werden erst beim Erkalten fest, man muss dies wissen, weil man sonst in diesen Fällen die Flüssigkeit tagelang abdampfen könnte, ohne einen festen und trockenen Rückstand zu erhalten: man erhält ihn, sobald man die Substanz erkalten lässt.

Bei manchen Stoffen muss man während des Abrauchens sehr vorsichtig sein und sie bei einer sehr niedrigen Temperatur abdampfen. So muss bei Flüssigkeiten, die aufgelöstes Eiweiss enthalten, die Hitze immer weit unter dem Siedpuncte des Wassers bleiben, wenn das Eiweiss nicht gerinnen soll; Dieses wird in gesättigten Lösungen schon bei 60—61° C. coagulirt, in sehr verdünnten aber erst bei 90—95° C. Auch Urin und andere Harnstoff enthaltende Flüssigkeiten müssen während des Abdampfens immer unter der Kochhitze erhalten werden, weil der Harnstoff in einer verdünnten Auflösung durch die Kochhitze zersetzt wird und also verloren geht.

Substanzen, die sich bei geringer Temperaturerhöhung sehr leicht zersetzen, trocknet man im luftleeren Raume, unter der Glocke der Luftpumpe. Da aber diese Methode nur selten in Anwendung kommt und wohl nur Wenigen von den Lesern, für die diese Anleitung zunächst bestimmt ist, eine Luftpumpe zu Gebote steht, so unterlasse ich ihre genauere Beschreibung.

Will man die Flüssigkeit, welche beim gewöhnlichen Abrauchen als Dampf entweicht, nicht verloren gehen lassen, um sie entweder näher zu untersuchen oder auch wieder zu benutzen, wenn es Alkohol oder Aether ist, so verwandelt sich das Abdampfen in ein Destilliren.

Man braucht dazu eine Retorte, die zu den meisten zoochemischen Untersuchungen sehr klein sein kann, und am besten von Glas ist.

Die Flüssigkeit wird in diese entweder durch eine eigene Oeffnung eingebracht, wenn die Retorte tubulirt ist, oder bei gewöhnlichen Retorten durch einen Trichter mit langem Rohre eingefüllt, wobei man sich hütet, den Hals der Retorte zu verunreinigen, damit Nichts von der Substanz in die Vorlage überlaufe. Die Retorte wird gewöhnlich in ein Wasserbad gesetzt und die Dämpfe in einer kleinen Vorlage aufgefangen, die man in ein Gefäss mit kaltem Wasser stellen kann, wenn die übergehende Flüssigkeit sehr flüchtig ist.

Man wird die Destillation meist nur anwenden, um sich zu überzeugen, ob die abzurauchende Flüssigkeit ausser Wasser noch andere flüchtige Bestandtheile enthält. Um etwas zur Trockne abzudampfen, eignet sich diese Methode nicht, da man die trockene Substanz nicht leicht wieder aus der Retorte herausnehmen kann.

Das Kochen geschieht gewöhnlich über dem freien Feuer, am besten über der Spirituslampe in Gefässen von Porcellan oder in wohl abgekühlten Glaskölbchen.

Selten ist es nöthig, beim Kochen die Hitze genau zu reguliren. Doch muss dies geschehen, wenn die zu kochende Flüssigkeit feste organische Theile enthält: diese setzen sich gewöhnlich auf den Boden des Gefässes nieder und verbrennen leicht, wenn die Hitze zu gross ist. Man muss in diesem Falle die Hitze mässigen oder die Flüssigkeit während des Kochens mit einem Glasstabe beständig umrühren.

Eine andere Unbequemlichkeit beim Kochen von Flüssigkeiten, welche feste Theile enthalten, ist das sogenannte Auf-

stossen, wodurch leicht Theile der Flüssigkeit herausgeworfen werden und verloren gehen. Man vermindert das Aufstossen durch beständiges Umrühren, oder auch dadurch, dass man recht flache Gefässe zum Kochen anwendet.

Absoluter Alkohol und Aether, mag man sie nun für sich oder mit festen Theilen kochen, dürfen nicht dem freien Feuer ausgesetzt werden, da sie selbst und ihre Dämpfe sehr leicht Feuer fangen und ausser dem Misslingen des Versuches auch noch gefährliche Explosionen verursachen können. Da sie beide weit unter der Temperatur des kochenden Wassers sieden, so koche man sie im Wasserbade. Man koche sie ferner in Gläsern mit engem Halse, damit nicht beim Kochen zu viel von ihnen verdampfe.

Man hat beim Kochen überhaupt noch darauf zu sehen, dass die Flüssigkeit nicht übersteige: um dies zu vermeiden, nehme man hinreichend grosse Gefässe, fülle dieselben nie bis an den Rand voll und vermindere die Hitze, sobald die Flüssigkeit so weit erhitzt ist, dass sie zu kochen beginnt. Wenn man eine thierische Flüssigkeit kocht, um das in ihr enthaltene Eiweiss zu coaguliren, braucht man das Kochen nicht sehr lange fortzusetzen. Ist die Eiweisslösung sehr concentrirt, so erfolgt die Gerinnung, selbst ehe die Temperatur der Flüssigkeit den Siedpunct erreicht hat, aber auch bei sehr verdünnten Lösungen reicht es hin, die Flüssigkeit einige Minuten lang aufkochen zu lassen. Man rühre die Flüssigkeit während des Erhitzens um, damit sich das gerinnende Eiweiss nicht an die Wände des Gefässes anlege.

§. 4. Einäschern.

Um die in einer thierischen Materie enthaltenen feuerbeständigen unorganischen Theile untersuchen zu können, muss man die Materie einäschern, weil durch die Gegenwart organischer Stoffe die Entdeckung der unorganischen sehr erschwert, ja bisweilen unmöglich gemacht wird.

Das Einäschern wird entweder in einem Platintiegel oder in einem dünnen Tiegel von Porcellan vorgenommen: ersterer

ist im Allgemeinen vorzuziehen, wo ein starker Hitzgrad erforderlich ist, kann aber bei den meisten thierischen Stoffen deshalb nicht gut angewandt werden, weil die in ihnen fast immer enthaltenen phosphorsauren Salze durch die beim Verbrennen sich bildende Kohle leicht reducirt werden und dadurch der Tiegel häufig beschädigt wird. Ich ziehe daher für die meisten Fälle einen kleinen Porcellantiegel vor.

Die Einäscherung wird am besten über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge vorgenommen: man bringt den Tiegel auf einen Dreifuss (Triangel) von dünnem Drahte über die Flamme: je dünner der Draht ist, um so besser, weil er dann weniger Wärme ableitet, als wenn er sehr dick ist. Der Tiegel muss so gestellt werden, dass er von der Flamme gehörig umspült wird und die Einäscherung muss so lange fortgesetzt werden, bis alle Kohle im Tiegel vollständig verbrannt ist und der eingeäscherte Rückstand nicht mehr schwarz und pulverig aussieht, sondern zu einer compacten Masse geschmolzen ist, welche eine helle, meist weissliche, bisweilen grünliche oder röthliche Farbe hat. Gewöhnlich ist aber diese vollständige Einäscherung auch durch langes Glühen nicht zu Wege zu bringen, weil die sich bildenden feuerbeständigen Salze die Kohlentheile umgeben und den Zutritt der Luft zu ihnen hindern. Man erleichtert sich die Arbeit und kürzt die Operation ab durch öfteres Befeuchten der Kohle mit destillirtem Wasser, wodurch ein Theil der Salze ausgezogen wird, oder noch besser durch Zusatz von concentrirter Salpetersäure oder von salpetersaurem Ammoniak, beides Substanzen, welche die Verbrennung der Kohle befördern. Diese Substanzen müssen natürlich vollkommen rein von allen feuerbeständigen Verunreinigungen sein, weil sonst der Rückstand, den sie hinterlassen, die Asche verunreinigen würde. Man soll diese Substanzen nicht zu früh zusetzen, erst dann, wenn die Materie bereits verkohlt ist, früher helfen sie nichts, und der Zusatz muss sehr vorsichtig geschehen, weil durch das Verpuffen, mit welchem das Verbrennen derselben begleitet ist, leicht etwas von der Asche aus dem Tiegel

geschleudert wird. Verbrennt man in einem Tiegel von Porcellan, so muss man diesen natürlich erst erkalten lassen, ehe man das Wasser oder die Säure zusetzt; er würde ausserdem unfehlbar zerspringen.

Will man die Quantität der Asche bestimmen, so wiegt man vorher den leeren Tiegel, wiegt ihn dann mit Substanz gefüllt und wiegt ihn nach geschehener Verbrennung, nachdem er erkaltet ist, wieder mit der Asche. In diesem Falle muss die Einäscherung sehr vorsichtig geschehen, damit Nichts verloren geht. Man bedeckt beim Anfang der Verbrennung den Tiegel mit einem Deckel oder einem Stück Platinblech (beide müssen natürlich mit gewogen werden), damit die Masse, welche sich beim Verbrennen gewöhnlich stark aufbläht, nicht übersteige und Nichts daran verloren gehe. Später, wenn die Verbrennung ruhiger vor sich geht, nimmt man den Deckel ab, damit die Luft besser zutreten kann, welche zur Verbrennung der Kohle nöthig ist. Hat man Salpetersäure oder salpetersaures Ammoniak zugesetzt, so muss der Deckel wieder aufgelegt werden, weil durch das Verpuffen sehr leicht etwas von der Asche herausgeschleudert wird. Der Deckel wird mitgewogen, man muss ihn daher in dem Fall, dass sich Russ etc. an ihn angesetzt haben sollte, besonders ausglühen.

§. 5. Gewichtsbestimmung. Wägen.

Wo es darauf ankommt, die Zusammensetzung einer organischen oder unorganischen Materie genau auszumitteln, da ist es auch nöthig, das quantitative Verhältniss der sie constituirenden Bestandtheile zu ermitteln. Man muss also in diesem Falle die einzelnen Bestandtheile nicht blos ihrer Qualität, man muss sie auch ihrer Quantität, ihrem Gewichte nach bestimmen.

Zur Bestimmung des Gewichtes dienen die Wagen. Man braucht zu organisch-chemischen Untersuchungen, wie wir sie hier beschreiben, zwei Wagen, eine gröbere und eine feinere.

Die gröbere ist eine gewöhnliche Apothekerwage, auf der man einige Pfunde wiegen kann. Sie ist hinlänglich genau,

wenn sie auf 1 bis 2 Pfunde Belastung noch 4 bis 5 Grane anzeigt. Man braucht sie, um grössere Mengen einer Substanz abzuwägen.

Die feinere Wage dient, um kleine Quantitäten eines Stoffes mit grosser Genauigkeit zu bestimmen. Man verfertigt gegenwärtig Wagen, welche noch den fünften Theil eines Milligrammes (0,0002 Gramme) angeben. Solche Wagen sind indess theuer, nicht unter 100 bis 150 Fl. zu haben, und man kann nicht Jedem, der organisch-chemische Untersuchungen machen will, zumuthen, sich eine so theuere Wage anzuschaffen. Zu den meisten Zwecken reicht eine Wage hin, welche bei einer Belastung von 30 Grammes noch 5 Milligrammes und bei einer von 70 bis 100 Grammes noch 1 Centigramm angiebt: eine solche Wage kann man für 10 bis 20 Fl. kaufen. Die Beschreibung einer solchen Wage folgt später unter den chemischen Geräthschaften.

Es ist gut und nothwendig, dass Jeder, der quantitative chemische Untersuchungen anstellt, die Empfindlichkeit seiner Wage kenne, weil davon die Genauigkeit seiner Arbeiten abhängt. Auch ist diese Kenntniss nothwendig, um bestimmen zu können, wie viel man von einer zu untersuchenden Substanz zu nehmen hat. Ein Beispiel wird dies erläutern. Die gewöhnliche Menge der Harnsäure im Urin beträgt 1 Theil auf 1000 Theile Urin. Um mit einer Wage, die 1 Centigr. anzeigt, bestimmen zu können, ob der Harnsäuregehalt in 1000 Theilen 1,0 oder 1,1 beträgt, muss man 100 Grammes Urin zur Untersuchung verwenden. Besitzt man dagegen eine Wage, die noch $\frac{1}{5}$ Milligr. anzeigt, so braucht man nur 10 Gr. Urin zu verwenden, um dieselbe, ja eine noch grössere Genauigkeit zu erreichen. Die chemischen Arbeiten sind aber um so bequemer und lassen sich um so schneller beendigen, je geringer die Menge ist, mit der man arbeitet, vorzüglich wenn es dabei viel zu filtriren, abzudampfen u. dgl. giebt. Doch darf man auf der anderen Seite hierin nicht zu weit gehen, weil ein möglicher

Verlust das Resultat um so ungenauer macht, je weniger man Substanz zur Untersuchung angewandt hat.

Welches Gewichtes man sich bei chemischen Untersuchungen bedient, ist in der Regel ganz gleichgültig, weil jede quantitative chemische Untersuchung ein abgeschlossenes Ganze in sich bildet und die Resultate der Analyse gewöhnlich auf Procente berechnet werden. Man wünscht z. B. nur zu wissen, wieviel in 1000 Theilen Blut Faserstoff, wieviel Eiweiss, wieviel Wasser u. dgl. enthalten sind, und es ist ganz gleich, ob man sich zur Abwägung dieser Substanzen Lothe, Gramme, Unzen oder Grane bedient. Doch will man bisweilen gefundene Mengen ihrem absoluten Gerichte nach angeben, und für diese Fälle ist es wünschenswerth, dass in den Angaben eine gewisse Einheit herrsche. Man bedient sich daher gewöhnlich des französischen Grammgewichtes und fast alle Chemiker in den verschiedensten Ländern gebrauchen dasselbe ausschliesslich. Dieses Gewicht ist unstreitig das bequemste, da es dem Decimalsysteme folgt. Seine Eintheilung ist folgende:

Das Gramm bildet die Einheit: 1000 Gramme machen ein Kilogramm. 1 Gramm hat 10 Decigrammes, 1 Decigramme 10 Centigrammes, 1 Centigramme 10 Milligrammes.

Bei uns in Deutschland ist das Medicinalgewicht das gewöhnliche. Seine Einheit ist das Pfund. 1 Pfund hat 12 Unzen, 1 Unze 8 Drachmen, 1 Drachme 3 Skrupel, 1 Skrupel 20 Grane.

Das preussische Medicinalgewicht verhält sich zum französischen Grammgewicht folgendermaassen:

1 Pfund ist gleich mit	350,7834	Grammes
1 Unze - - -	29,2296	-
1 Drachme - - -	3,6537	-
1 Skrupel - - -	1,2179	-
1 Gran - - -	0,0609	-

Das baierische Medicinalgewicht ist etwas schwerer. Hier ist das Verhältniss folgendes:

1 Gramme ist gleich mit 16,00 Gran und umgekehrt:

1 Pfund baier. Med. Gewicht gleich mit 360 Grammes.

Das Nürnberger Medicinalgewicht verhält sich zum Grammgewicht folgendermaassen:

1 Milligramme	ist gleich mit	0,0161 Gran.
1 Centigramme	- - -	0,1610 -
1 Decigramme	- - -	1,6098 -
1 Gramme	- - -	16,0986 -

und umgekehrt:

1 Gran	ist gleich mit	0,0621 Gramme.
1 Skrupel	- - -	1,2423 -
1 Drachme	- - -	3,7270 -
1 Unze	- - -	29,8160 -
1 Pfund	- - -	357,7924 -

Art zu wägen. Wenn man seine Wage genau kennt und weiss, dass die beiden Wagschalen vollkommen im Gleichgewichte stehen, in solchen Fällen ferner, wo es nicht auf eine absolute Genauigkeit, d. h. auf $\frac{1}{2}$—2 Milligrammes ankommt, kann man auf die gewöhnliche Art wägen und sich mit einer einfachen Wägung begnügen. Man legt nämlich auf die eine Wagschale die zu wägende Substanz, auf die andere die nöthigen Gewichte, bis beide Wagschalen im Gleichgewichte stehen. Man erkennt Letzteres daraus, dass das Züngelchen der Wage genau und unverändert im Mittelpuncte stehen bleibt. Bei empfindlichen Wagen dauert es aber meist sehr lange, bis dies geschieht; die Zunge spielt mehrere Minuten lang hin und her, ehe sie ruhig stehen bleibt. Um nun nicht so lange warten zu müssen, hat man an den genauen Wagen hinter der Zunge eine Art Skale angebracht, ein Kreissegment, welches in eine beliebige Anzahl gleicher Grade abgetheilt ist. Das Gleichgewicht ist aber hergestellt, sobald die Zunge auf einer Seite ebenso weit geht, als auf der anderen. Geht sie z. B. links bis zum 6. Grad, rechts bis zum 4., so ist die linke Seite schwerer: die

Wage ist dagegen im Gleichgewichte, wenn sie auf beiden Seiten bis zum 5. Grad hinspielt.

Die angegebene Methode, das einfache Wägen, kann aber bei Untersuchungen, wo es auf die höchste Genauigkeit ankommt, zu Irrthümern Veranlassung geben. Nicht immer sind nämlich die beiden Wagschalen genau im Gleichgewicht, denn wenn sie es auch ursprünglich waren, so kann dies durch Verunreinigungen, Staub u. dgl. allmählich aufgehoben worden sein. Bisweilen wünscht man ferner, einen Ring u. dgl. auf die Wage zu legen, um das Schälchen, in dem sich eine Flüssigkeit befindet, festzuhalten. In allen diesen Fällen wäre es nöthig, ehe man zum Wägen schreitet, die Wage erst genau zu reguliren. Man macht dafür die sogenannte doppelte Wägung, wobei man folgendermaassen verfährt:

Man legt in die eine Wagschale die Substanz, in die andere eine genau gleiche Menge irgend einer als Gewicht dienenden Masse, Gewichte, Schrotkörner, und zum Ausgleichen kleine Stücke von Messingblech, auch Papierschnitzel. Steht die Wage vollkommen im Gleichgewicht, so nimmt man die Substanz hinweg und legt an ihre Stelle die zur Ausgleichung erforderliche Menge von Gewichten. Durch diese Methode erreicht man immer ein sehr genaues und vollkommen sicheres Resultat, selbst wenn die Wage nicht ganz gleich gearbeitet ist, wenn sie nur empfindlich genug ist.

Es ist wohl nicht überflüssig zu bemerken, dass man die Gewichte überhaupt, namentlich die feineren, wenn sie richtig bleiben sollen, nicht mit blossen Händen anfassen darf. Sie würden dadurch beschmuzt, feucht werden und aufhören, genau zu sein: überdies ist die Hand ein viel zu grobes Werkzeug, um so zarte Blättchen, wie z. B. ein Milligramm ist, damit zu fassen. Man bedient sich daher einer Pincette von Stahl oder Messing, um sie auf die Wagschale zu legen und von ihr wegzunehmen.

Häufig, ja gewöhnlich kann man die zu wägende Substanz nicht unmittelbar auf die Wagschale legen; man hat sie auf ei-

nem Filtrum von Papier, in einem Glas, Schälchen u. dgl. In diesen Fällen muss man das Gewicht des Schälchens, Filtrums etc. besonders bestimmen. Diese Operation heisst Tariren, das Gewicht des Gefässes nennt man die Tara. Das Tariren kann auf zweierlei Weise geschehen — entweder man bringt das Schälchen etc. leer in die eine Wagschale und legt in die andere so viele Schrotkörner, Messingblech und andere dergleichen Dinge, bis das Gleichgewicht hergestellt ist; dann bringt man die Substanz in das Schälchen und legt auf die andere Wagschale die ihr entsprechende Menge Gewicht, indem man die Tara darauf lässt. Die aufgelegten Gewichte geben das Gewicht der Substanz an; das Gewicht des Schälchens erfährt man aber durch diese Methode nicht. Oder man wägt erst die Schale besonders, durch einfache oder doppelte Wägung, notirt sich ihr Gewicht, wiegt dann die Schale sammt Inhalt und zieht das Gewicht der Schale von dem des Ganzen ab, um das des Inhaltes allein zu bekommen. Die erstere Methode ist bequemer, lässt sich aber in allen den Fällen nicht anwenden, wo man das Gewicht des Gefässes kennen muss.

Wenn man will, kann man das Gefäss in vielen Fällen auch erst wägen, wenn man die Substanz daraus entfernt, und es wohl ausgewaschen und abgetrocknet hat. Doch ist es immer sicherer, das Gefäss vorher zu wiegen. Arbeitet man viel mit denselben Gefässen, so genügt es, ein für allemal ihr Gewicht zu bestimmen und zu notiren: man erspart sich dadurch das jedesmalige Tariren derselben, muss aber dabei sorgfältig Acht geben, dass man nicht das Gewicht verschiedener Gefässe miteinander verwechsle.

Will man Pulver oder auch feste Substanzen auf Papier wägen, so bedient man sich dazu am besten eines farbigen geglätteten Papieres (des sogenannten Glanzpapieres): man kann von diesem die Substanzen viel leichter entfernen als von gewöhnlichem Papier, dem sie fester anhängen, und sieht auch leichter, ob dem Papier noch etwas anklebt.

Bei allen Substanzen, die trocken gewogen werden, ist es höchst wichtig, sie genau getrocknet zu haben. Wie dies gemacht werde, ist bereits angegeben worden. Es ist nun nothwendig, die getrocknete Substanz zu wägen, ehe sie wieder Feuchtigkeit aus der Luft angezogen hat, was viele Stoffe mit grosser Begierde thun. Man bringe sie daher gleich nach dem Trocknen auf die Wage, doch darf sie nicht mehr allzuheiss sein, weil der von einem heissen Körper aufsteigende Luftstrom die Wagschale etwas steigen macht.

Bei manchen Wägungen hat man auf die Temperatur der zu wägenden Substanz noch genauere Rücksicht zu nehmen; dies gilt namentlich von der Bestimmung des specifischen Gewichts.

§. 6. Bestimmung des specifischen Gewichts.

Was man unter specifischem Gewicht verstehe, brauche ich wohl hier nicht zu erklären. Die Bestimmung des specif. Gewichtes wird bei chemischen Untersuchungen nicht selten nothwendig, namentlich bei Flüssigkeiten.

Wir geben daher erst eine Anleitung zur Bestimmung des specifischen Gewichtes von Flüssigkeiten.

Man hat dazu zwei verschiedene Methoden:

1. Bestimmung des specifischen Gewichtes mittelst des Aräometers oder der Senkwage. Dieses bekannte Instrument besteht gewöhnlich aus einer dünnen, an beiden Enden zugeschmolzenen Röhre von Glas, welche sich unten in eine Hohlkugel endigt. Die Hohlkugel enthält Schrotkörner oder andere schwere Körper, welche bewirken, dass das Instrument bis auf einen gewissen Punct in die Flüssigkeit einsinkt. Auf der Röhre ist eine Skale angebracht, entweder auf das Glas geäzt oder auf eine Rolle von Papier gezeichnet, welche in die Röhre eingeschoben und durch Siegellack befestigt ist. Solche Aräometer kann man überall um einen geringen Preis kaufen.

Beim Gebrauch der Senkwage füllt man die Flüssigkeit, deren specif. Gewicht bestimmt werden soll, in ein hohes cylindrisches Glasgefäss, senkt den Aräometer hinein, und be-

merkt sich, bis zu welchem Grade der Skale er hineinsinkt. Je tiefer er sinkt, um so leichter ist die Flüssigkeit und umgekehrt. Die Grade der Skale geben nun das Verhältniss des specifischen Gewichtes zweier Flüssigkeiten an, die man mit dem Aräometer untersucht.

Diese Methode, das spec. Gewicht zu bestimmen, ist zwar sehr expeditiv, auch für technische Zwecke und ganz oberflächliche Untersuchungen ausreichend, für genaue wissenschaftliche Bestimmungen ist sie aber nicht brauchbar. Der Aräometer ist nicht empfindlich genug, um feine Unterschiede im spec. Gewicht z. B. des Urines anzugeben, man müsste sich daher, will man diese Methode anwenden, eigene sehr empfindliche Aräometer verfertigen lassen, und zwar für jede Flüssigkeit, die man untersuchen will, einen besondern, so einen für den Urin, einen für das Blut u. s. w. Aber diese Methode hat noch andere Nachtheile: man braucht nämlich zu ihrer Ausführung immer eine ziemliche Menge Flüssigkeit, und, was das Allerschlimmste ist, man weiss nie genau, welchem spec. Gewichte ein beobachteter Grad des Aräometers entspricht: dies muss man erst durch mühsame Versuche vorher bestimmen.

Ich habe daher diese Methode ganz verlassen und empfehle sie höchstens für solche Fälle, wo man blos wissen will, ob von zwei Flüssigkeiten die eine schwerer ist als die andere.

2. Bestimmung des spec. Gewichts durch die Wage. Diese Methode lässt sehr genaue Bestimmungen zu, ist aber mühsamer und erfordert überdies eine genaue Wage. Man verfährt dabei folgendermaassen:

Ein leichtes Glasgefäss mit enger Oeffnung wird leer gewogen; man füllt es genau voll destillirtes Wasser und wägt es wieder. Das Gewicht des leeren Glases von dem des gefüllten abgezogen, giebt das Gewicht der Menge destillirten Wassers, welche das Glas zu fassen vermag. Man entleert das Wasser und füllt das Glas mit der Flüssigkeit, deren specifisches Gewicht bestimmt werden soll (nachdem man es vorher mit derselben ausgewaschen hat, um das noch anhängende Wasser

zu entfernen): es wird wieder gewogen. Das gefundene Gewicht weniger das Gewicht des leeren Glases giebt das Gewicht desjenigen Volumens der Flüssigkeit, welches einer durch den vorigen Versuch bestimmten, also bekannten Menge destillirten Wassers entspricht. Eine einfache Rechnung giebt nun das Verhältniss des Gewichtes des destillirten Wassers zum Gewicht der Flüssigkeit, also das spec. Gewicht der letzteren.

Ein Beispiel wird dies erläutern. Gesetzt man habe das specifische Gewicht einer Flüssigkeit zu bestimmen, welche durch die Paracentese der Bauchhöhle eines an *Hydrops ascites* Leidenden entleert wurde.

Das Gefäss voll destillirten Wassers wiegt	29,29 Gr.
Das leere Gefäss wiegt	4,00
das Volumen Wasser, welches das Glas enthält, wiegt also	25,29 Gr.
Das Glas angefüllt mit der hydropischen Flüssigkeit wiegt	29,72 Gr.
Gewicht des Glases	4,00
ein dem obigen Volumen destillirten Wassers entsprechendes Volumen hydropischer Flüssigkeit wiegt also	25,72 Gr.

Das spec. Gewicht der hydropischen Flüssigkeit verhält sich also zu dem des destillirten Wassers wie 25,72 : 25,29.

Setzt man das spec. Gewicht des destillirten Wassers = 1000, so erhält man die einfache Gleichung

$$25{,}29 : 25{,}72 = 1000 : x = 1017{,}0.$$

Das spec. Gewicht der hydropischen Flüssigkeit ist also 1017,0.

So complicirt diese Methode beim ersten Anblick scheinen mag, so wird sie doch dadurch sehr vereinfacht, dass man das Gewicht des Glases und das seines Volumens destillirten Wassers nur ein für allemal zu bestimmen braucht. Für alle folgenden Untersuchungen hat man Nichts weiter nöthig, als das Gefäss mit der Flüssigkeit gefüllt zu wägen, um durch die einfache Rechnung das spec. Gewicht bestimmen zu können.

Von besonderer Wichtigkeit ist es, ein passendes Glasgefäss zu haben, welches immer genau dieselbe Menge von Flüssigkeit aufnimmt. Das Gefäss muss deshalb eine enge Oeffnung haben: man muss es immer genau vollfüllen: der obere Rand ist abgeschliffen und wird mit einer kleinen geschliffenen Glasplatte bedeckt, um das Ausfliessen und das Verdunsten der Flüssigkeit während des Wägens zu verhindern. Das bekannte Gewicht der Glasplatte muss natürlich zu dem des Glases addirt und beide von dem des gefüllten Glases abgezogen werden.

Bequem ist es, wenn das Gläschen gerade 1000 Gran destillirten Wassers fasst; man erspart dann die obige Rechnung.

Bei weitem am besten zur Bestimmung des spec. Gewichtes sind die später (unter den chemischen Geräthschaften) zu beschreibenden Gläser mit enger Oeffnung, welche mit einem durchbohrten Glasstöpsel verschlossen wird, der in ein feines Haarröhrchen ausgeht. Man füllt sie mit einem kleinen Trichter ganz voll, setzt dann den Stöpsel vorsichtig auf und drückt ihn hinein, wobei die überschüssige Flüssigkeit, Schaum u. dgl. durch das Haarröhrchen austritt. Man trocknet das Gläschen äusserlich sorgfältig ab, indem man die feine Oeffnung mit dem Finger verschliesst und bringt es schnell auf die Wage. Bei diesen Gläschen ist man vollkommen sicher, nicht nur immer das gleiche Volumen Flüssigkeit zu erhalten, sondern auch, dass keine Luftblase mit eingeschlossen wird.

Auch das spec. Gewicht von dickeren Flüssigkeiten, Eiter, Schleim u. s. w. kann man auf diese Weise bestimmen. Um das des Blutes zu bestimmen, muss man dieses vorher durch Schlagen von seinem Faserstoff befreien.

Soll die Bestimmung des spec. Gewichtes sehr genau werden, so muss man dabei auch auf die Temperatur Rücksicht nehmen. Alle Körper, namentlich die Flüssigkeiten dehnen sich nämlich durch die Wärme aus und werden spec. leichter. Die folgende Tabelle giebt das verschiedene spec. Gewicht des Wassers bei verschiedenen Temperaturgraden an und zugleich

das absolute Gewicht eines Cub. Decimeter Wasser in franz. Grammes.

					1. absolutes Gewicht.		2. spec. Gewicht.
Bei	0° C	=	0° R.		999,89	Gr.	1,00000
-	4°,1	=	3°,3		1000,00		1,00010
-	5°	=	4°		999,99	-	1,00010
-	10°	=	8°		999,78	-	0,99989
-	15°	=	12°		999,26	-	0,99937
-	20°	=	16°		998,45	-	0,99856
-	25°	=	20°		997,36	-	0,99746
-	30°	=	25°		996,00	-	0,99610

Die von der Temperatur abhängigen Verschiedenheiten im spec. Gewichte der thierischen Flüssigkeiten sind nicht ebenso genau bestimmt; da sie aber meist wässerige Auflösungen sind, so steigen und fallen sie ohne Zweifel in ähnlichen Verhältnissen.

Aus der obigen Tabelle kann man sehen, wie gross für jeden Fall der Fehler sein kann, dem man sich aussetzt, wenn man bei der Bestimmung des spec. Gewichtes von Flüssigkeiten auf die Temperatur keine Rücksicht nimmt; der Grad von Genauigkeit, den man durch eine Untersuchung erreichen will, muss entscheiden, ob man bei einer solchen Bestimmung die Temperaturunterschiede vernachlässigen darf oder nicht.

Die Bestimmung des spec. Gewichtes fester Körper kommt bei zoochemischen Untersuchungen seltener vor; doch wünscht man sie bisweilen bei Concrementen, Blasen-, Gallensteinen, verdickten Knochen u. dgl. vorzunehmen. Sie geschieht immer mittelst der Wage und kann auf directem Wege nur dann vorgenommen werden, wenn der feste Körper in Wasser ganz unauflöslich ist.

Man verfährt dabei auf folgende Weise:

Ist der Körper solid und besteht er nur aus einem Stück, so wägt man ihn erst genau auf einer empfindlichen Wage, dann befestigt man ihn an ein Pferdehaar, welches an die Wagschale angehängt wird. Noch besser ist es, wenn die Wage

zu diesem Zweck eigens eingerichtet ist, so zwar, dass man die Wagschale ganz abnehmen und an ihre Stelle eine Platte von ganz gleichem Gewicht, welche unten einen Haken hat, einhängen kann. Man senkt den an dem Pferdehaar hängenden Körper in ein Gefäss mit destillirtem Wasser ein und wägt ihn wieder; er wiegt nun weniger als vorher. Aus dem Gewichtsverlust, welchen der Körper im Wasser erleidet, berechnet man sein specifisches Gewicht nach dem Grundsatze, dass ein Körper im Wasser ebensoviel an Gewicht verliert, als ein ihm gleiches Volumen Wasser wiegt. Gesetzt, der Körper wiege 26,33 Gr., im Wasser wiege er nur 8,45 Gr.; so hat er 17,88 Gr. an Gewicht verloren. Dieser Gewichtsverlust ist das Gewicht eines ihm gleichen Volumens Wasser. Man erhält also folgende Proportion:

$$17{,}88 : 26{,}33 = 1000 : x \; (= 1472).$$

Das spec. Gewicht des Körpers ist also 1472, wenn das des Wassers gleich 1000 gesetzt wird.

Soll die Bestimmung des spec. Gewichts ganz genau werden, so muss man dabei die Temperatur des Wassers berücksichtigen und dafür nach der obigen Tabelle eine Correctur anbringen. Hat also z. B. das Wasser eine Temperatur von 20° R., so muss man in der obigen Proportion statt 1000 997 setzen u. s. w.

Besteht die Materie, deren spec. Gewicht bestimmt werden soll, aus mehreren kleinen Stückchen, so bringt man diese in einem kleinen Glasgefäss, welches an das Pferdehaar befestigt wird, in das Wasser. Man bestimmt erst, wieviel das Glasgefäss allein im Wasser verliert; dies abgezogen von dem Gesammtverlust des Gefässes und der Substanz, giebt das Gewicht eines der Substanz entsprechenden Volumens Wasser.

Ist der Körper leichter als Wasser, so verbindet man ihn mit einem schwereren, z. B. mit einem Stück Blei und verfährt wie vorher. Man zieht den Gewichtsverlust des Bleies allein von dem Gesammtverlust ab, und berechnet das spec. Gewicht nach der oben angegebenen Proportion.

In solchen Fällen kann man auch den Körper statt in Wasser in eine leichtere Flüssigkeit, wie Alkohol, Aether, Oel u. dgl. eintauchen, wobei man ganz so verfährt, wie oben angegeben wurde. Man muss mit Umgehung von Wasser in allen Fällen eine solche Flüssigkeit wählen, wenn der feste Körper in Wasser ganz oder zum Theil auflöslich ist. Man bestimmt dann durch einen besonderen Versuch das spec. Gewicht der angewandten Flüssigkeit nach der oben für Flüssigkeiten angegebenen Methode.

Bei allen Bestimmungen des spec. Gewichts fester Körper muss man vor allem darauf sehen, dass dem Körper in der Flüssigkeit keine Luftblasen anhängen, denn sonst wird die Bestimmung unrichtig. Diese sucht man durch Abstreifen mit einem Glasstab u. dgl. zu entfernen, oder wartet so lange, bis sie sich von selbst vom Körper losgemacht haben.

Ebenso sind hier, wie bei allen genauen Bestimmungen des spec. Gewichts, Correctionen für die Temperatur nothwendig.

§. 7. Chemische Reaction.

Unter chemischer Reaction eines Körpers versteht man im weiteren Sinne sein Verhalten zu chemischen Reagentien überhaupt, und die Erscheinungen, welche eintreten, wenn er mit gewissen anderen Stoffen in Berührung gebracht wird; mit der chemischen Reaction im engeren Sinne bezeichnet man das Vorherrschen von Säure oder Alkalescenz in einem Stoffe. In diesem Sinne sagt man daher, ein Stoff reagire sauer oder alkalisch, oder zeige gar keine chemische Reaction, sei neutral.

Wir sprechen hier nur von der chemischen Reaction in der letzten Bedeutung.

Die Prüfung der chemischen Reaction ist in der letzten Zeit in der praktischen Medicin häufig angewandt worden, namentlich bei verschiedenen Secreten und Excreten des menschlichen Körpers, beim Urin, Schweiss, Speichel u. dgl. Man hielt sie für ein schnelles und einfaches diagnostisches Mittel am Krankenbette. Allein der Werth dieses Hilfsmittels ist viel

zu sehr überschätzt worden; es kann nur selten wichtige Aufschlüsse über die chemische Zusammensetzung dieser Flüssigkeiten geben und ist daher meist unnöthig. Doch giebt es Fälle, wo wir daraus interessante Schlüsse ziehen können, so kann uns z. B. die alkalische oder saure Reaction eines Urines wenigstens annähernde Aufschlüsse über die Natur eines Sedimentes geben.

Die Mittel, deren man sich bedient, um die saure oder alkalische Reaction eines Stoffes zu bestimmen, sind gewisse Farbenpigmente aus dem Pflanzenreiche; viele blaue Pflanzenfarben, wie Veilchensaft, der Saft des Blaukohls, werden durch Säuren roth, durch Alkalien grün. Lacmus wird durch Säuren roth, durch Alkalien wieder blau. Die gelbe Farbe des Curcuma, so wie die rothe des Fernambuk und der Rose werden durch Alkalien braun.

Man gebraucht diese Farben zum Reagiren entweder als Auflösung, wie die Lacmustinctur, den Veilchensyrup, oder, und zwar gewöhnlicher, man bedient sich eines mit diesen Farbstoffen gefärbten Papieres, wie man es unter dem Namen Lacmuspapier, Curcumapapier in jeder Apotheke bekommt.

Zur Reaction auf Säuren ist das Lacmuspapier, welches dadurch roth gefärbt wird, das empfindlichste.

Für Alkalien dient Rosenpapier, das eine röthliche Farbe hat, oder Curcumapapier, von gelber Farbe; beide werden durch Alkalien braun. Gewöhnlich bedient man sich aber auch für Alkalien des Lacmuspapieres, welches man durch Eintauchen in eine schwache Säure (am besten Essigsäure) rothgefärbt hat: es bekommt durch Alkalien seine ursprüngliche blaue Farbe wieder.

Man schneidet sich am besten kleine Streifen von Lacmuspapier, und färbt deren eine Hälfte roth. Man kann auf diese Weise mit demselben Papier sowohl eine saure als auch eine alkalische Reaction prüfen.

Das Reactionspapier muss frisch und von lebhafter Farbe sein, nicht zu alt und abgeblasst, wenn die Reaction deutlich erscheinen soll.

Gewöhnlich ist der organische Stoff, dessen Reaction man kennen lernen will, eine Flüssigkeit; dann genügt es, das trockne Reactionspapier damit zu befeuchten.

Ist die Substanz trocken, so legt man sie auf das befeuchtete Reactionspapier; sie wirkt in diesem Falle nur dann auf letzteres ein, wenn sie in Wasser löslich ist. Die Reaction erscheint nicht immer sogleich, bisweilen braucht es einige Minuten, ehe das Papier seine Farbe verändert; man muss daher in solchen Fällen erst einige Zeit warten, ehe man sein Urtheil ausspricht.

Man darf aus einer Farbenveränderung des Reactionspapieres jedoch nicht immer schliessen, dass eine freie Säure, oder ein freies Alkali zugegen ist; auch manche Salze, z. B. die kohlensauren Alkalien, reagiren alkalisch, andere, welche schwache Basen haben, färben das Lacmuspapier roth, so z. B. der Salmiak. Es wäre deshalb leichtsinnig, wenn man aus der Reaction einer Materie allein den Schluss ziehen wollte, dass sie freie Säuren oder freie Alkalien enthalte.

Die Färbung des Reactionspapieres zeigt ferner nur an, dass in einer Materie wahrscheinlich freies Alkali oder freie Säure vorhanden ist; nicht aber, wieviel davon zugegen ist.

Man kann zwar aus der Intensität, mit welcher das Papier geröthet oder gebläut wird, ungefähr auf die Menge derselben schliessen, um aber diese Menge genau zu bestimmen, muss man sich anderer Mittel bedienen.

Man bestimmt nun den Grad der Säure oder Alkalescenz einer Materie dadurch, dass man einer abgewogenen Menge derselben so lange vorsichtig eine freie Säure oder ein freies Alkali zusetzt, bis sie neutral wird, und dann die Menge der zugesetzten Säure etc. berechnet.

Zur Neutralisation saurer Materien nimmt man am besten verdünntes kaustisches oder kohlensaures Ammoniak, zur Neutralisation alkalischer verdünnte Essigsäure. Die zur Neutralisation bestimmte Flüssigkeit muss von bekannter Stärke sein, d. h. man muss vorher bestimmt haben, wieviel von ihr nöthig

ist, um z. B. 1 Gramm Salzsäure von bekanntem spec. Gewicht oder 1 Gramm festes kohlensaures Natron zu sättigen. Man wiegt dann eine beliebige Menge von ihr ab, setzt sie einem gewogenen Quantum der zu neutralisirenden Materie tropfenweise so lange zu, bis das Reactionspapier nicht mehr verändert wird, also bis die Materie neutral geworden ist, dann wägt man die übrig gebliebene Flüssigkeit und bestimmt daraus die zur Neutralisation verbrauchte Menge.

Man wünscht z. B. den Grad der Alkalescenz der menschlichen Galle kennen zu lernen. Von der verdünnten Essigsäure, die man hiezu anwendet, sind 1,250 Gr. erforderlich, um 0,230 kohlensaures Natron zu sättigen. Man wiegt 1,270 Gr. Galle ab: die abgewogene Menge der Säure betrage 0,580 Gr. Nachdem die Galle neutral geworden ist, hat man noch 0,470 Gr. Säure übrig. Die zur Sättigung von 1,270 Gr. Galle nöthige verdünnte Essigsäure von bekannter Stärke betrug also in unserem Beispiele 0,110 Gr.

§. 8. Anwendung des Löthrohres.

Das Löthrohr, welches in der unorganischen Chemie, namentlich in der Metallurgie, eine so ausgebreitete Anwendung findet, ist bei organisch chemischen Untersuchungen seltener nöthig. Doch ist es auch hier bisweilen ein gutes Mittel, um sich über die Natur einer zu untersuchenden Substanz schnell einen vorläufigen Aufschluss zu verschaffen. Es dient namentlich, um sich zu überzeugen, ob eine Substanz organischer Natur ist; was man daraus erkennt, dass sie durch die Flamme des Löthrohres sich schwärzt und verbrennt. Nur sehr wenige organische Substanzen verflüchtigen sich in der Hitze, ohne sich zu schwärzen, z. B. die Essigsäure. Man entdeckt ferner durch das Löthrohr, ob eine organische Substanz feuerbeständige Theile enhält und kann durch dasselbe auch die ungefähre Menge derselben bestimmen; auch über die Beschaffenheit dieses Rückstandes, namentlich wenn derselbe metallischer Natur ist, kann uns das Löthrohr bisweilen Aufschlüsse geben. Das

Löthrohr dient ferner, um mit Leichtigkeit die Gegenwart von Natron und Natronsalzen auszumitteln.

Die Beschreibung des Löthrohres folgt im nächsten Abschnitt unter den chemischen Geräthschaften; angewandt wird es folgendermaassen:

Das eine Ende desselben, das Mundstück, wird in den Mund genommen, oder noch besser blos an die Lippen angedrückt, das andere Ende, die Spitze, wird in die Flamme eines Lichtes etc. eingesenkt. Indem man sanft in das Löthrohr bläst, wird die Flamme der Kerze nach der Seite gelenkt und auf den zu untersuchenden Gegenstand geleitet. Der Hauptvortheil bei dem Löthrohrblasen besteht darin, dass man eine gute Flamme blasen lerne: diese muss aber folgende Beschaffenheit haben:

1. sie muss gleichförmig sein und nicht flackern: ihre Form sei die eines spitzen Kegels. Die Flamme besteht aus zwei Theilen, gleichsam zwei in einander gesteckten Hohlkegeln; der innere Theil hat eine blaue Farbe, man nennt ihn die Reductionsflamme: der äussere Theil von gelblich rother Farbe heisst Oxydationsflamme. An der Spitze des blauen Kegels, der Reductionsflamme, ist die Hitze am grössten;

2. die Flamme darf nicht aussetzen, damit der Gegenstand gehörig erhitzt werde. Ein guter Löthrohrbläser muss wenigstens 3—5 Minuten ohne Aufhören fortblasen können. Damit dies nicht geschehe, verfahre man auf folgende Weise: Man blase nicht aus den Lungen, sondern aus den Backen. Die Backen werden aufgeblasen, die Mundhöhle werde durch Andrücken des Gaumensegels an die Zugenwurzel vollständig geschlossen. Man lasse die Luft sehr sanft und allmählich in das Löthrohr ausströmen, indem man durch die Nase immer fortathmet, die Mundhöhle verschlossen hält und nur von Zeit zu Zeit durch Aufheben des Gaumensegels neue Luft in sie eintreten lässt.

Durch einige Uebung kann man es bald dahin bringen, dass man eine gute Flamme bläst und sie mehrere Minuten lang ohne Aussetzen forterhält.

Die Flamme, deren man sich beim Löthrohrblasen bedient, ist entweder die Flamme einer Oellampe, einer Weingeistlampe, oder die einer Wachskerze. Man senkt die Spitze des Löthrohres etwas in die Flamme ein, bald mehr, bald weniger, je nachdem die Löthrohrflamme mehr oder weniger gross werden soll. Mit der einen Hand hält man das Löthrohr, mit der anderen den zu untersuchenden Gegenstand. Dieser befindet sich entweder auf einem Stück Kohle, in welches man ein kleines Grübchen gemacht hat, um ihn aufzunehmen (dieser Methode bedient man sich hauptsächlich nur bei Gegenständen von metallischer Natur), oder man legt ihn auf ein Stückchen Platinblech, das man mit einer Zange fasst. Zur Reaction auf Natron befeuchtet man den erhaltenen Salzrückstand mit etwas destillirtem Wasser und klebt ihn an die Oese eines Platindrahtes.

Dies sind die am häufigsten vorkommenden chemischen Operationen; von den Fällen, in welchen sie angewandt werden, wird später die Rede sein. Ausser ihnen giebt es noch manche andere seltener vorkommenden Operationen: sie werden theils noch im Laufe dieser Abtheilung beschrieben werden, wie das Verfahren bei der Bestimmung von Gasen, theils werden sie in den folgenden Bänden bei den Anweisungen zur Untersuchung bestimmter Stoffe angegeben werden.

Zweiter Abschnitt.

Angabe der wichtigsten Geräthschaften zu zoochemischen Untersuchungen, ihres Gebrauches und ihrer Anschaffung.

Man hat zu zoochemischen Untersuchungen folgende Geräthschaften nöthig:

Die mit einem * bezeichneten sind unumgänglich nothwendig, die anderen können zur Noth entbehrt und durch einfachere ersetzt werden.

* Eine Anzahl (6—12) unten zugeschmolzener dünner Glasröhren, sogenannte Probirröhren. Sie sind unter allen Geräthschaften die nothwendigsten und haben eine sehr ausgebreitete Anwendung. Man gebraucht sie, um die meisten Reactionen darin vorzunehmen, kleine Mengen von Stoffen aufzulösen, über der Spirituslampe zu kochen u. dgl.

Sie stehen am besten in einem kleinen Gestell von Holz, einer Art Tischchen, in dessen Platte zu ihrer Aufnahme Löcher gebohrt sind. Für zoochemische Untersuchungen soll man Probirröhren von verschiedener Grösse haben, grössere 4 bis 6″ lang, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$″ weit, und kleinere, 2—3″ lang und einige Linien im Durchmesser für kleine Mengen von Flüssigkeiten und solche Stoffe, von denen man nur eine sehr kleine Portion zu Analysen verwenden kann. Bei ihrer Auswahl soll man darauf sehen, dass sie dünn und gut abgekühlt sind, damit sie beim Erhitzen nicht zerspringen.

Für ausgedehntere Untersuchungen bedarf man noch eine Menge grösserer und kleinerer Bechergläser, Zuckerglä-

ser, sogenannte Opodeldokgläser (alle mit weiter Oeffnung) oder Töpfe von Steingut zum Auflösen, Extrahiren und Auswaschen grösserer Mengen von Substanzen. Sie sind überall leicht zu bekommen.

* Einige Trichter von Glas oder Porcellan von verschiedener Grösse zum Filtriren.

* Einen kleinen Saugheber (sogenannte Pipette) von Glas. Er besteht aus einer im rechten Winkel gebogenen dünnen Glasröhre, deren einer Schenkel in eine feine Spitze ausläuft. Derselbe Schenkel ist nahe an der Krümmungsstelle zu einer Kugel aufgeblasen. Die Spitze wird in eine Flüssigkeit eingetaucht: das andere Ende nimmt man in den Mund und lässt durch Aussaugen der Luft die Flüssigkeit allmählig in die Kugel eintreten. Will man die Pipette wegnehmen, um die Flüssigkeit in ein anderes Gefäss zu bringen, so verschliesst man die Oeffnung des Saugrohres mit dem Finger; der Luftdruck hindert die Flüssigkeit aus der Spitze auszufliessen.

Die Pipette dient 1. um von 2 Flüssigkeiten von ungleicher Schwere, welche sich in einem Gefäss befinden, die eine entfernen zu können, ohne die andere mitzuerhalten; wenn z. B. eine Schichte Oel auf Wasser schwimmt, kann man mit ihr entweder das Oel vom Wasser wegnehmen, ohne dieses mitzubekommen, oder auch dieses unter jenem wegsaugen; 2. um eine Flüssigkeit von einem Niederschlage abzuscheiden, der sich nicht wohl durch Filtriren trennen lässt, weil er entweder das Filtrum verklebt, oder durch dasselbe hindurchgeht.

Die Pipette passt nur für kleinere Mengen von Flüssigkeiten; hat man mit sehr grossen Quantitäten zu thun, so gebraucht man statt derselben einen gewöhnlichen Saugheber von Glas (Bierheber, Weinheber).

Eine Spritzflasche, sehr bequem zum Auswaschen von Niederschlägen auf dem Filtrum. Man kann sich diese Geräthschaft auf folgende Weise selbst bereiten: Man nehme eine enghalsige Glasflasche, ein Arzneiglas mit nicht zu enger Oeffnung; die Oeffnung wird durch einen Kork luftdicht verschlos-

sen, den man vorher mit einer Feile durchbohrt hat. In diese Oeffnung wird eine enge Glasröhre eingesetzt, welche man mit dem Löthrohr über der Spirituslampe in eine feine Spitze ausgezogen hat. Dieses Glasrohr reicht etwa bis in die Mitte der Flasche. Die Flasche wird mit destillirtem Wasser angefüllt (sie darf jedoch nicht ganz voll sein). Bläst man nun durch die Röhre etwas Luft in sie hinein, so wird durch den Druck derselben etwas Wasser ausgetrieben und man erhält einen kleinen Springbrunnen, der auf den auszuwaschenden Gegenstand gerichtet wird. Hört das Wasser auf auszufliessen, so darf man nur eine neue Quantität Luft einblasen.

Eine oder einige kleine Retorten von Glas (am besten tubulirte) mit Vorlage zum Destilliren von Flüssigkeiten.

* Mehrere Porcellanschalen von verschiedener Grösse und Gestalt. Durchaus nothwendig sind von diesen eine grössere, etwas tiefe Schale, die 3 — 400 Grammes Flüssigkeit fasst, am besten mit einem Stiel, um sie leichter fassen zu können; sie dient zum Kochen. Einige kleinere, mehr flache, zum Abdampfen und Einäschern. Zum Einäschern sind die besten die kleinen, sehr dünnen Porcellanschälchen, welche in der Fabrik von Sèvres verfertigt werden. Man bekommt sie unter dem Namen *Capsules*, in der Fabrik in Sèvres und in Paris bei La Croix (*Rue Dauphine*). Diese ersetzen bei zoochemischen Untersuchungen vollkommen den Platintiegel und sind sehr billig. Die Porcellanschälchen, welche in Deutschland verfertigt werden, sind nicht so dünn und weniger brauchbar. Für zoochemische Arbeiten in grösserem Maassstabe braucht man grössere Abrauchschalen.

*Ein Gläschen zur Bestimmung des spec. Gewichtes. Die besten bekommt man in Paris (bei La Croix, *Rue Dauphine*) unter dem Namen *Verres pour la densité*; es sind dies kleine halbkugelförmige Glasgefässe mit enger Oeffnung, in diese ist ein durchbohrter Glasstöpsel eingeschliffen, welcher nach oben in ein Haarröhrchen endigt. Diese Gläschen sind sehr leicht,

ein Gläschen, das 30 Gr. destillirten Wassers fasst, wiegt nur 4 Gr.; — aber auch sehr zerbrechlich.

*Mehrere kleine Glasstäbe zum Umrühren, Herausnehmen kleiner Mengen von Flüssigkeit: sie müssen namentlich für mikrochemische Analysen sehr dünn sein, von 1—2''' Dchm.

* Mehrere Uhrgläser für chemische Versuche im Kleinen, zum Auflösen, Reagiren: sie dienen auch, um im Wasserbad oder Sandbad kleine Mengen von Flüssigkeit abzudampfen oder feste Substanzen zu trocknen.

Eine Reibschale von Porcellan mit Pistill, um reiche thierische Theile zu zerkleinern und mit der zu ihrer Extraction anzuwendenden Flüssigkeit zu vermengen.

Ein Achatmörser mit Pistill von gleichem Steine dient, um härtere Gegenstände zu zerkleinern.

* Ein Stück Platinblech nebst einer Zange mit Platinspitzen, um es über die Flamme der Spirituslampe zu halten. Es dient, um geringe Mengen von Flüssigkeiten zu verdampfen, um zu sehen, ob sie einen festen Rückstand hinterlassen; um organische Substanzen zu verkohlen; um Harnsäure zu entdecken u. dgl.

Ein kleiner Platinlöffel dient zu ähnlichem Zwecke, ist jedoch entbehrlich.

* Ein Stückchen Platindraht, an einem Ende gekrümmt, so dass er eine Oese bildet, dient vorzüglich, um Natron und Natronsalze zu entdecken.

Ein Platintiegel ist weniger nothwendig; er kann in den meisten Fällen durch ein Schälchen von dünnem Porcellan ersetzt werden.

* Eine gewöhnliche Spirituslampe von Glas oder Metall mit einem Docht von roher Baumwolle. Sie reicht hin zum Erhitzen, Löthrohrblasen, Kochen, selbst zum Einäschern geringer Quantitäten organischer Materien, namentlich wenn man im letzteren Falle die Kohle durch Zusatz von Salpetersäure leichter verbrennlich macht.

Um grössere Mengen von Substanz einzuäschern, überhaupt um einen grösseren Hitzgrad zu erzeugen, muss man eine Spirituslampe mit doppeltem Luftzug (Berzelins'sche Lampe, Fuchs'sche Lampe) haben.

Ein eigenes Gestell, bestehend aus einem an einen Fuss befestigten Metallstab mit mehreren an diesen beweglich befestigten Ringen von Metall zur Aufnahme von Porcellanschalen, Retorten u. dgl. ist zum Kochen, Destilliren, Filtriren u. s. f. sehr bequem.

* Ein Wasserbad ist zu zoochemischen Untersuchungen durchaus nothwendig. Man lässt es sich am besten von Blech verfertigen und so einrichten, dass es eben sowohl zum Trocknen von Niederschlägen, festen Substanzen u. dgl., als zum Abdampfen und Destilliren von Flüssigkeiten gebraucht werden kann. Fig. 41. auf T. III. stellt ein solches Wasserbad vor. *A* ist ein Gefäss von Eisenblech, das oben offen, aber mit einem nach Innen vorspringenden Rande versehen ist; es hat an seinem oberen Dritttheil ein enges Rohr *b*, eine Art Ausguss, um den Dämpfen einen Ausweg zu verstatten, und zur bequemeren Handhabung einen hölzernen Griff *c*. Will man Flüssigkeiten abdampfen, so setzt man die Porcellanschale, in welcher sie sich befinden, unmittelbar oder mittelst eines Triangels von Draht auf die obere Oeffnung des mit Wasser gefüllten Gefässes. Will man Niederschläge oder feste Substanzen trocknen, so bringt man dieselben in die Büchse *B* und steckt diese in das Wasserbad. Diese Büchse ist gleichfalls von Blech, hat aber einen vorspringenden Rand, der sie vor dem Hineinfallen in das Wasserbad sichert und wird mit einem Deckel *d* bedeckt, der mehrere feine Oeffnungen hat, um der aus der Substanz verdampfenden Feuchtigkeit den Ausweg zu gestatten. Will man statt des Wasserbades ein Kochsalzbad, so braucht man nur das Gefäss, statt mit gewöhnlichem Wasser mit einer Auflösung von Kochsalz zu füllen.

Beim Gebrauche erhitzt man das Wasserbad entweder über einem Kohlenofen, oder über einer Spirituslampe.

Das Sandbad besteht aus einer Schale von Metall, welche mit Sand gefüllt wird. Der Sand darf nicht zu fein sein, er backt sonst zusammen und leitet die Hitze nicht gut.

Das Löthrohr ist ein, unter einem rechten Winkel gekrümmtes Rohr von Metall, welches in eine feine Spitze ausläuft. An einem guten Löthrohr unterscheidet man folgende Theile: 1. das Mundstück, der Theil des Rohres, welcher an den Mund angesetzt wird, er ist der Reinlichkeit wegen am besten von Horn oder von Glas; 2. den Wassersack: an der Stelle, wo die Spitze rechtwinklig vom Hauptrohre ausgeht, ist letzteres erweitert, damit die Feuchtigkeit des Hauches, der Speichel, welcher aus dem Munde bisweilen in das Rohr gelangt, sich dort ansammeln können und nicht in die Flamme gelangen; 3. die Spitze: diese ist der Haupttheil des Löthrohres, sie muss gutgearbeitet und hinreichend fein sein: man hat gewöhnlich mehre Spitzen, welche man abnehmen und wieder aufstecken kann. Die besten Spitzen sind die von Platin, doch sind auch Spitzen von Messing hinreichend, wenn sie nur gut gearbeitet sind.

Zwei Wagen; eine gewöhnliche Apothekerwage, um grössere Quantitäten zu wiegen: sie muss ein bis zwei Pfunde aufnehmen können und hinreichend genau sein, um bei dieser Belastung noch einige Grane anzugeben.

Eine genaue Wage, für eigentliche analytische Arbeiten. Besitzt man keine ganz genaue Wage, welche noch ein Milligramm und darunter angiebt, so muss man sich mit einer solchen begnügen, die bei einer Belastung von 50 Grammen noch ein halbes Centigramm (5 Milligramme) anzeigt. Eine Wage von geringerer Empfindlichkeit kann für zoochemische Analysen nicht dienen.

Eine solche Wage gleicht im Ganzen einer gewöhnlichen; sie unterscheidet sich von ihr nur durch eine feinere Arbeit und gewisse Einrichtungen, welche eine grössere Empfindlichkeit bezwecken. So ruht der Wagbalken gewöhnlich auf einem Prisma von Stahl, das nach unten in eine scharfe Kante aus-

geht. Um die Wage nicht zu schnell abzunutzen, berühren die Wagschalen, so lange die Wage nicht gebraucht wird, den Boden; erst während des Wiegens wird der Wagbalken mit ihnen durch eine eigene Vorrichtung emporgehoben. Die Hauptsache, auf welche man bei der Wahl einer Wage für chemische Untersuchungen zu sehen hat, ist, dass sie hinreichend empfindlich sei; ist dies der Fall, so kann man sie selbst dann noch gebrauchen, wenn ihre beiden Seiten nicht vollkommen im Gleichgewichte stehen: man muss aber dann immer die doppelte Wägung anwenden, wenn das Resultat richtig werden soll. Wir haben schon oben angegeben, wie man beim Wägen zu verfahren hat, und auch von den Gewichten bereits gesprochen: letztere müssen vorzüglich genau und zuverlässig sein, wenn man richtige Resultate erhalten will, man muss sie daher vor dem Gebrauche mit anerkannt richtigen Gewichten vergleichen, oder wenigstens unter sich controliren, d. h. prüfen, ob die kleineren Gewichte den grösseren entsprechen, ob also 10 Milligr. wirklich dasselbe Gewicht haben, wie 1 Centigr. u. s. w. Die feinen Gewichte, vom Gramm abwärts, sind am besten von Platin; feine Gewichte von Messing oxydiren sich sehr leicht, sie müssen, wenn sie richtig bleiben sollen, gut vor Feuchtigkeit geschützt werden und man darf sie nie mit blossen Händen berühren, sondern muss sich immer einer Pincette bedienen, um sie auf die Wage zu legen und von ihr wegzunehmen. — Die Wage selbst soll nicht in dem Zimmer aufgestellt sein, in welchem man die chemischen Untersuchungen vornimmt, sie wird sonst von den sauren Dämpfen sehr bald verdorben. Jedenfalls muss sie in einem Gehäuse von Glas aufbewahrt werden, dessen vordere Wand man beim Gebrauche wegnimmt.

* Filtrirpapier: es dient dazu jedes weisse ungeleimte Papier (Druckpapier), doch ist es gut, wenn man mehrere Arten desselben hat, ein dickeres, für solche Flüssigkeiten, welche kleine Theile enthalten, die leicht durchs Filtrum gehen, und ein dünneres, um schnell zu filtriren. Hat man unorganische Niederschläge mit dem Filtrum zu verbrennen, um sie quanti-

tativ zu bestimmen, so wählt man dazu Filtra, die man einige Zeit lang in verdünnte Salzsäure gelegt, dann mit destillirtem Wasser ausgewaschen und wieder getrocknet hat. Dadurch werden die im Papier enthaltenen Salze, meist Kalksalze, ausgezogen; ausserdem würden sie beim Verbrennen des Filtrums zurückbleiben und sich zum Gewichte des Niederschlags hinzuaddiren.

* Reactionspapier, nämlich blaues nnd geröthetes Lacmuspapier, Curcumapapier, von dessen Anwendung bereits gesprochen wurde. Man kauft es entweder in der Apotheke oder bereitet es sich selbst, indem man gewöhnliches weisses Druckpapier mit Lacmustinctur färbt, es trocknet und in schmale Streifen zerschneidet.

* Verschiedene Reagentien, von denen später ausführlicher die Rede sein wird.

Endlich braucht man mehrere Jedem bekannte Geräthschaften, wie Messer, Scheeren, Spatel von Eisen und Porcellan, Triangel von Draht, um Schalen u. dgl. beim Abdampfen und Kochen darauf zn stellen, und andere ähnliche Geräthe, deren Beschreibung überflüssig sein würde.

Dies sind ungefähr die wichtigsten Geräthschaften, welche man zu zoochemischen Untersuchungen nöthig hat. Ihr Verzeichniss liese sich leicht auf das Doppelte vermehren, wenn man alle, zum Theil sehr theueren Geräthschaften anführen wollte, welche man in gewissen Fällen und bei schwierigeren chemischen Untersuchungen, z. B. bei Elementaranalysen nöthig hat. Für den Zweck, welchen wir hier im Auge haben, reicht man mit den hier angeführten Geräthen ziemlich aus, doch ist es bei genauen, namentlich quantitativen Untersuchungen vortheilhaft, wenn man eine gewisse Menge von Geräthschaften besitzt, um für jeden speciellen Fall die passendsten unter ihnen auswählen zu können; man erspart sich dadurch viel Zeit und Mühe.

Für flüchtige Untersuchungen, namentlich wenn sie blos qualitativ sind, reicht man mit sehr wenigen Geräthschaften

aus; ein kleines Glas, in dessen durchbohrten Kork man ein Stück Glasröhre einsetzt, durch welche der Docht gesteckt wird, vertritt die Lampe, jeder Theekessel kann das Wasserbad ersetzen, eine Tasse dient statt der Porcellanschale und man kann mit sehr geringen Hilfsmitteln eine Menge interessanter Untersuchungen anstellen.

Man glaube ja nicht, dass die grosse Menge kostspieliger Apparate es sei, welche den Chemiker zu wichtigen Entdeckungen befähigt; bei der Art von Untersuchungen, wie wir sie hier im Auge haben, kann Mancher, dem geringe Hilfsmittel zu Gebote stehen, der aber Fleiss und Ausdauer mitbringt, zu interessanteren Resultaten kommen als ein Anderer, welchem das vollständigste Laboratorium zu Gebote steht, der aber jener Eigenschaften entbehrt.

Dritter Abschnitt.

Die wichtigsten bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Grundstoffe und die zu ihrer Auffindung nöthigen Reagentien.

Nachdem der Anfänger die wichtigsten Operationen, welche bei zoochemischen Untersuchungen vorkommen, dann die dazu nöthigen Geräthschaften und ihre Anwendung kennen gelernt hat, muss er sich um die Stoffe bekümmern, deren Auffindung den Zweck dieser Untersuchungen bildet.

Wir haben bei Beschreibung dieser Stoffe die in der analytischen Chemie der unorganischen Körper schon seit langer Zeit eingeführte Methode gewählt; wir führen ihre Eigenschaften und ihr Verhalten gegen Reagentien nur in so weit hier an, als es nöthig ist, sie daran zu erkennen und, wenn sie mit anderen Stoffen gemengt sind, in diesem Gemenge entweder blos qualitativ zu bestimmen, oder auch für eine quantitative Analyse daraus abzuscheiden. Die bisher angewandten Methoden der zoochemischen Analyse sind oft unsicher, oder mindestens umständlich und zeitraubend: wir haben daher den eigentlich chemischen Kennzeichen auch noch die mikroskopischen hinzugefügt, welche häufig die chemische Untersuchung sicherer machen und abkürzen; denn das morphologische Verhalten giebt bisweilen ebenso bestimmte, aber sehr viel schnellere Resultate als das chemische, so z. B. bei Unterscheidung der Fettarten.

Es ist gegenwärtig nicht möglich, alle organischen Grundstoffe mit vollkommener Sicherheit zu bestimmen und abzu-

scheiden: wo dies nicht angeht, wurde es bemerkt und wenigstens der Grad der Wahrscheinlichkeit angegeben, der sich mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln erreichen lässt.

Die hier angeführten Stoffe umfassen die wichtigsten zoochemischen Grundstoffe, die bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden unorganischen Substanzen, dann die wichtigsten Gase. Wir haben uns hauptsächlich auf die Stoffe beschränkt, welche sich im normalen oder pathologischen Zustande im menschlichen Körper finden; ausgeschlossen wurden manche seltener, nur bei gewissen Thieren vorkommende Stoffe, wie das Caprin, Cetin, ferner solche Stoffe, welche nicht gehörig constatirt sind, wie Chlorohämatin, Subrubrin, die meisten Stoffe der Galle, oder solche, welche blosse Zersetzungsproducte sind und nicht ursprünglich im lebenden Körper gefunden werden, wie das Leucin, Aposepedin u. s. w. Es geschah dies hauptsächlich, um den Anfänger nicht zu verwirren und den ohnedies beengten Raum zu sparen: die meisten Stoffe der Art werden ohnedies in den folgenden Theilen noch genauer besprochen werden. Die Grundstoffe sind in gewisse Gruppen gebracht worden, welche zwar keine streng abgeschlossenen natürlichen Familien bilden, aber doch dienen werden, die Uebersicht zu erleichtern.

Noch muss hier bemerkt werden, was sich eigentlich von selbst versteht, dass alle angeführten Stoffe, bei denen nicht ausdrücklich das Gegentheil bemerkt ist, auch wirklich dargestellt und auf ihre Reactionen geprüft wurden; fast alle Angaben gründen sich also auf eigene Beobachtungen, nur da, wo uns diese mangelten, oder wo die Angaben anderer Beobachter mit ihnen im Widerspruche stehen, glaubten wir auch fremde Erfahrungen benutzen zu müssen.

I. Die bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Grundstoffe.

A. Organische Grundstoffe.

Hier ist der Ort anzugeben, wie man bestimmen kann, ob eine unbekannte Substanz aus organischen oder unorganischen Theilen besteht. Die Unterscheidung gründet sich darauf, dass die meisten organischen Substanzen unter Schwärzung verbrennen, was bei unorganischen Substanzen nicht der Fall ist. Man bringt daher etwas von dem zu untersuchenden Stoffe auf ein Platinblech und hält dieses über die Flamme einer Spirituslampe; schwärzt sich die Substanz und verbrennt sie allmählich, so ist sie ziemlich sicher organischen Ursprungs Nur sehr wenige organische Substanzen verflüchtigen sich, ohne sich zu schwärzen, wie einige flüchtige Säuren. Auf ähnliche Weise erkennt man, ob eine gegebene Substanz Stickstoff enthält, oder nicht: man erkennt ihren Stickstoffgehalt daran, dass sie beim Erhitzen oder Verbrennen Ammoniak entwickelt. Um sie zu prüfen, bringt man sie in eine kleine unten zugeschmolzene Glasröhre, die man etwas geneigt hält, während die Substanz über der Flamme einer Spirituslampe bis zur Zersetzung erhitzt wird. Enthält die Substanz Stickstoff, so wird ein befeuchtetes geröthetes Lacmuspapier, welches man an das offene Ende der Glasröhre hält, durch das entwickelte Ammoniak blau gefärbt; im Gegentheile nicht.

Erste Gruppe.

Eiweissartige Stoffe (Proteinverbindungen).

Die zu dieser Gruppe gehörigen Stoffe bilden bei weitem die Hauptmasse des menschlichen Körpers. Sie sind stickstoffhaltig und lassen sich nach neueren Untersuchungen als verschiedene Verbindungen eines und desselben Radicales, des Protein (40 *C* 62 *H* 10 *N* 12 *O* nach Mulder) betrachten. Die eiweissartigen Stoffe sind eines doppelten Zustandes fähig, des flüssigen (löslichen) und geronnenen (festen), und haben die

Eigenthümlichkeit, dass sie sich, einmal geronnen, ohne Veränderung ihrer Eigenschaften nicht wieder in den flüssigen Zustand zurückversetzen lassen. Im festen Zustand sind sie vollkommen amorph, nicht krystallinisch.

Im flüssigen Zustand sind diese Stoffe in Wasser vollkommen löslich (Eiweiss nur in kaltem) und charakterisiren sich hauptsächlich durch die besondere Art und Weise, wie sie in den festen Zustand übergeführt werden können. Im festen (geronnenen) Zustand lösen sich diese Stoffe nicht in Wasser, Weingeist und Aether, wohl aber in Alkalien, in der Verdauungsflüssigkeit und zum Theil in Essigsäure. Alle diese Lösungen haben aber die jenen Stoffen im aufgelösten Zustande zukommenden Eigenschaften zum Theil verloren. Die Lösung dieser Stoffe in Essigsäure wird durch Kaliumeisencyanid gefällt.

Bestimmung bei der Analyse. Im flüssigen Zustande haben die Stoffe dieser Gruppe kein ihnen allen zugleich zukommendes diagnostisches Merkmal (die Fällung aus der mit Essigsäure versetzten Flüssigkeit durch Kaliumeisencyanid kommt ihnen nicht ausschliesslich zu); man erkennt sie an den bei den einzelnen anzuführenden charakteristischen Reactionen.

Im festen (geronnenen) Zustande dagegen erkennt man die zu dieser Gruppe gehörigen Stoffe an folgenden Merkmalen: sie sind in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich, in einem Ueberschuss von kochender concentrirter Salzsäure lösen sie sich allmählich auf, wobei die Flüssigkeit eine schöne Lilafarbe annimmt (diese Reaction ist, wenn sie eintritt, charakteristisch, tritt aber nicht immer ein, ihr Ausbleiben ist daher kein Beweis, dass man es nicht mit einer Proteinverbindung zu thun habe). Sie lösen sich etwas, wiewohl nur schwer, in Essigsäure, und diese Lösung wird durch Kaliumeisencyanid gefällt (auch diese Reaction ist nicht ganz charakteristisch, sie kommt auch dem Leim zu); sie lösen sich ferner in Kalilauge und werden durch Neutralisation der Lösung wieder gefällt. Beim Kochen geben sie keinen Leim.

1. Faserstoff, Fibrin.

(10 Protein + P + S nach Mulder.)

a. Flüssiger, aufgelöster Faserstoff.

Vorkommen. Der aufgelöste Faserstoff findet sich im Blute, im Chylus und in pathologischen Flüssigkeiten, im entzündlichen Exsudat, in hydropischen Flüssigkeiten (letzteres ist selten).

Chemisches und physikalisches Verhalten. Der flüssige Faserstoff gerinnt, sobald er die Gefässe, in denen er circulirt, verlassen hat, oder wenigstens bald nachdem er aus dem lebenden Körper entleert worden ist. Nur durch augenblicklichen Zusatz von Essigsäure und einigen Salzen, wie Salpeter, schwefelsaures Natron, ferner von Alkalien wird seine Gerinnung verhindert. Wegen dieser Eigenschaft, von selbst zu gerinnen, wird er fast nie ein Gegenstand der chemischen Untersuchung.

Bestimmung bei der Analyse. Bei der qualitativen Analyse erkennt man den flüssigen Faserstoff sehr leicht an seiner Eigenschaft, bei gewöhnlicher Temperatur bald nachdem er den Körper verlassen hat, von selbst zu gerinnen. Diese Eigenschaft macht jede Verwechselung mit anderen Stoffen unmöglich.

Für quantitative Untersuchungen wird er aus der ihn enthaltenden Flüssigkeit am besten dadurch abgeschieden, dass man diese, sobald sie aus dem Körper entleert wird, mit einem Glasstabe beständig umrührt. Der gerinnende Faserstoff legt sich dabei theils als hautartige Masse an den Glasstab an, theils schwimmt er, zu faserigen Massen verbunden, in der Flüssigkeit. Diese verschiedenen Massen werden durch Abseihen der Flüssigkeit gesammelt und mit kaltem Wasser so lange ausgewaschen, bis sie eine bläulichweisse Farbe, wie abgerahmte Milch, angenommen haben. Sie werden dann im Wasserbade getrocknet, gepulvert, mit Aether und Alkohol digerirt, um die in diesen Vehikeln löslichen Beimengungen zu entfernen, nochmals getrocknet und gewogen.

b. Geronnener Faserstoff.

Vorkommen. Ganz sicher ist das Vorkommen des geronnenen Faserstoffes nur in den festen Exsudaten, da man von diesen weiss, dass sie durch Gerinnen des ausgetretenen Blutplasma entstehen. Sehr wahrscheinlich findet er sich auch in den Muskeln, ja in den meisten Körpertheilen, doch ist diese Annahme nur hypothetisch, da man den geronnenen Faserstoff nicht bestimmt vom geronnenen Eiweiss unterscheiden kann.

Physikalisches Verhalten. Der geronnene Faserstoff bildet bläulich- oder schmutzig-weisse faserige, flockige oder auch membranöse Massen, welche beim Trocknen spröde und durchscheinend werden. Unter dem Mikroskop stellt der geronnene Faserstoff vollkommen amorphe, farblose Massen dar, welche keine Spur von Structur zeigen; bisweilen sind sie streifig, faltig. Durch Behandlung mit Essigsäure werden sie vollkommen durchsichtig, ja verschwinden fast für das Auge, ohne jedoch eigentlich aufgelöst zu werden.

Chemisches Verhalten. Der geronnene Faserstoff verbrennt unter Entwickelung eines sehr starken Geruches nach verbranntem Horn mit Hinterlassung einer schwer einzuäschernden Kohle.

In kaltem und kochendem Wasser ist er unlöslich, nur durch sehr langes Kochen oder durch Kochen bei sehr hoher Temperatur (im Papinianischen Topf) löst sich etwas davon auf, das Aufgelöste hat aber die Eigenschaft des flüssigen Faserstoffs, von selbst zu gerinnen, verloren.

In Aether, Alkohol, Fetten und flüchtigen Oelen ist er vollkommen unlöslich.

Mit concentrirter Schwefelsäure bildet der Faserstoff eine Gallerte, beim Kochen löst er sich allmählich in der Säure. Von verdünnter Schwefelsäure schrumpft er zusammen, ohne sich zu lösen. Beide Verbindungen lösen sich aber in vielem Wasser.

In einem Ueberschuss von concentrirter Salzsäure löst sich der geronnene Faserstoff beim Kochen auf, wobei die Flüs-

sigkeit eine schöne violette Farbe annimmt (die violette Farbe kommt aber nicht immer zum Vorschein, wie bereits erwähnt wurde); durch Zusatz von Wasser erfolgt in dieser Auflösung ein Niederschlag.

Durch Salpetersäure wird der Faserstoff gelb gefärbt, indem er aufquillt; wird er damit erhitzt, so bildet er eine citronengelbe Masse.

In b Phosphorsäure quillt er auf, die Masse löst sich in vielem Wasser.

Mit Essigsäure digerirt bildet er nach einiger Zeit eine vollkommen durchsichtige farblose Gallerte, die sich zum Theil, doch nur sehr schwierig in Wasser löst. In dieser Lösung bewirkt: Kaliumeisencyanid einen Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe, meist rundliche Massen von gelblich grüner Farbe bildet; salpetersaures Quecksilberoxydul einen weisslichen Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorphe wurstförmige oder rundliche Massen von schwachgelblicher Farbe darstellt; Zinnchlorür keinen Niederschlag oder kaum eine Spur von Trübung.

In Kalilauge löst sich der geronnene Faserstoff vollständig auf; die Auflösung wird durch Säuren gefällt.

Auch durch kaustisches Ammoniak wird der Faserstoff aufgelöst, aber nur unvollkommen und langsamer als durch Kali. Säuren fällen das Gelöste.

Wasserstoffsuperoxyd wird durch geronnenen Faserstoff in Wasser und Sauerstoff zerlegt.

Jodlösung (in Weingeist oder Wasser) färbt den Faserstoff braungelb, ohne ihn zu verändern.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt den geronnenen Faserstoff bei qualitativen Analysen an den dieser Gruppe überhaupt zukommenden Eigenschaften, an seiner Unlöslichkeit in Wasser, Weingeist und Aether, seiner Löslichkeit in Kalilauge, an seiner Eigenschaft, von concentrirter Salzsäure beim Kochen mit violetter Farbe aufgelöst zu werden, dann an seinem Verhalten zur Essigsäure und der Fällung, welche in

dieser Lösung durch Kaliumeisencyanid hervorgebracht wird (das Verhalten zur Salzsäure tritt, wie erwähnt, nicht immer ein, und um ihn aus dem Verhalten der essigsauren Lösung gegen Kaliumeisencyanid bestimmen zu können, muss man sicher sein, dass namentlich kein Leim zugegen ist). Zu diesen chemischen Kennzeichen kommt noch sein physikalisches Verhalten unter dem Mikroskope.

Trennung für die quantitative Analyse. Der geronnene Faserstoff ist selten rein, gewöhnlich schliesst er fremdartige Bestandtheile, wie Blutkörperchen, Eiterkörperchen mechanisch ein; diese lassen sich nicht wohl durch chemische Mittel entfernen, man muss sich daher damit begnügen, ihn vor dem Trocknen durch Auswaschen mit Wasser, Kneten in demselben so viel als möglich zu reinigen. Vor dem Wägen muss er noch durch kochenden Alkohol oder Aether von Fett befreit werden. Mechanisch eingeschlossene Verunreinigungen lassen sich leicht mit Hülfe des Mikroskops entdecken.

2. Eiweiss, Albumin.

(10 Protein + *P S* 2 nach Mulder.)

a. Flüssiges Eiweiss.

Vorkommen. Fast in allen Säften des Körpers, im Blute, Chylus; pathologisch bisweilen im Auswurf und im Urin; in den meisten rein pathologischen Flüssigkeiten, wie in entzündlichen Exsudaten, in der hydropischen Flüssigkeit.

Chemisches Verhalten. Das flüssige Eiweiss geht durch die Wärme in den geronnenen Zustand über, concentrirte Auflösungen desselben gerinnen schon bei 60 — 61^0 C. vollständig, sehr verdünnte erst bei 90—95^0 C. Das durch Hitze geronnene Eiweiss stellt unter dem Mikroskop amorph-granulöse Massen dar. Gewisse Stoffe verhindern aber das Gerinnen des Eiweiss durch die Hitze: da man diese genau kennen lernen muss, um sich bei quantitativen Bestimmungen von Eiweiss, welche immer durch Kochen desselben geschehen, nicht zu irren, so wollen

wir hier die Resultate unserer darüber angestellten mehrfachen Versuche ausführlich mittheilen:

Im Allgemeinen ist es ein Ueberschuss von freiem und kohlensaurem Alkali, dann von freier Essigsäure, welcher das Gerinnen des Eiweiss durch Kochen ganz oder zum Theil verhindert.

Flüssiges Eiweiss, welches für sich vollkommen gerinnt, wird mit Kalilauge und eine andere Portion mit kohlensaurem Kali versetzt. Beide Portionen gerinnen beim Kochen nicht, die Lösung bleibt hell und klar. Mit Salpetersäure neutralisirt entwickeln beide (gekochte) Lösungen einen deutlichen Geruch nach Hydrothionsäure, gerinnen aber beim Kochen nicht mehr. Das Eiweiss ist also durch das Kochen mit kaustischem und kohlensaurem Kali in seinen Eigenschaften verändert worden, so dass es auch nach dem Neutralisiren beim Kochen nicht mehr gerinnt. Durch Uebersättigung des Alkali mit Salpetersäure oder Essigsäure wird aber das Eiweiss aus beiden Auflösungen gefällt.

Wird eine mit kohlensaurem Kali versetzte Eiweisslösung mit Salpetersäure oder Essigsäure neutralisirt, ohne dass man sie vorher gekocht hat, so wird die Flüssigkeit zwar etwas trüb, wenn die Neutralisation, wie es gewöhnlich geschieht, nicht mit vollkommner Genauigkeit bewirkt wird, aber sie gerinnt beim Kochen. Ist das Alkali im Ueberschuss vorhanden, so tritt keine Gerinnung ein, ein geringer Ueberschuss von Essigsäure dagegen hindert die Gerinnung nicht.

Eine mit kaustischem Ammoniak versetzte Eiweisslösung gerinnt beim Kochen nicht; nach dem Sättigen mit Essigsäure gerinnt das Eiweiss vollkommener. Ein Ueberschuss von Essigsäure hindert das Gerinnen nicht, wohl aber der geringste Ueberschuss von Ammoniak.

Eine sehr grosse Menge Salmiak dem flüssigen Eiweiss zugesetzt hindert sein Gerinnen nicht im Mindesten; ebenso verhalten sich andere Salze.

Essigsäure, selbst in grosser Menge, dem flüssigen Eiweiss zugesetzt, hindert sein Gerinnen nicht vollständig, aber das Coagulum wird gallertartig und löst sich in vielem Wasser. Wenig freie Essigsäure hat auf das Gerinnen gar keinen störenden Einfluss.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dass eine Flüssigkeit, in der man das Eiweiss durch Kochen entdecken will, nicht viel freie oder kohlensaure Alkalien enthalten darf, wenn das Resultat ein sicheres und verlässiges sein soll. Man muss daher namentlich bei quantitativen Bestimmungen des Eiweisses in Flüssigkeiten, welche alkalisch reagiren, vor dem Kochen das freie oder kohlensaure Alkali durch Essigsäure neutralisiren, wobei die Regel gilt, dass man eher etwas zu viel als zu wenig Säure zusetzen müsse, da zwar ein Ueberschuss von Alkali, nicht aber ein geringer Ueberschuss einer organischen Säure auf die Gerinnung des Eiweisses hindernd einwirkt. — —

Durch Schwefelsäure (wenn sie nicht zu sehr verdünnt ist) entsteht in einer Eiweisslösung ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope feinkörnige Massen von unbestimmt membranöser Form und bräunlicher Farbe darstellt.

Durch Salzsäure erfolgt ein Niederschlag, der sich ganz ähnlich verhält.

Durch Salpetersäure ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope als feinkörnige Masse von unbestimmter Form und bräunlicher Farbe erscheint.

Durch frisch geglühte Phosphorsäure (Pyrophosphorsäure, a Phosphors. nach Berzel.) entsteht ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope als feinkörnige bräunliche Masse erscheint. Durch gewöhnliche Phosphorsäure (b Phosphors. nach Berzel.) wird das Eiweiss nicht gefällt. Eine mit b Phosphorsäure übersättigte Eiweisslösung gerinnt beim Kochen nur unvollkommen.

Durch Essigsäure, Oxalsäure und Weinsteinsäure entsteht in Eiweisslösungen kein Niederschlag.

Durch kaustische und kohlensaure Alkalien kein Niederschlag; sie verhindern, wie erwähnt, das Gerinnen des Eiweisses beim Kochen.

Durch Aether gerinnt das Eiweiss der Eier zu zarten weissen Massen, welche unter dem Mikroskop in grösseren Parthien amorph, in kleineren feinkörnig erscheinen und im Grossen eine bräunliche Farbe zeigen. Das Eiweiss des Blutes gerinnt durch Aether nicht.

Durch Alkohol entsteht in Eiweisslösungen ein zarter weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope feinkörnige Massen von unbestimmter Form und schwachbräunlicher Farbe bildet. Durch Zusatz von viel Wasser wird der Niederschlag wieder aufgelöst.

Durch wässerige Jodlösung kein Niederschlag.

Durch *Infus. Gallarum* ein zarter gelblicher Niederschlag, welcher unter dem Mikroskop feinkörnige, membranöse Massen bildet, deren Farbe ins Bräunliche spielt.

Durch Chlorcalcium in einer neutralen und basischen Eiweisslösung kein Niederschlag; wird die Lösung mit Essigsäure übersättigt, so erfolgt ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope zarte feinkörnige Massen darstellt.

Durch Chlorbaryum weder in basischen noch sauren Lösungen ein Niederschlag.

Durch salpetersaures Silber ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskope sehr feinkörnige Massen von unbestimmter Form und bräunlicher Farbe darstellt.

Durch neutrales essigsaures Bleioxyd ein zarter weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop zarte feinkörnige Massen darstellt.

Durch basisch-essigsaures Bleioxyd ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, der sich in einem Ueberschuss des Fällungsmittels wieder löst; unter dem Mikroskop erscheint er feinkörnig, bräunlich.

Durch Kaliumeisencyanür in einer basischen und neutralen Flüssigkeit kein Niederschlag, in einer mit Essigsäure

übersättigten ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen, meist von wurstförmiger Gestalt zeigt.

Durch Kaliumeisencyanid in einer alkalischen oder neutralen Lösung kein Niederschlag, in der mit Essigsäure übersättigten ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop als amorph-feinkörnige Masse erscheint und in grösseren Mengen bei durchfallendem Licht eine bräunliche Farbe hat.

Ganz ähnlich verhält sich Eisenchlorid gegen eine Eiweisslösung. In der basischen und neutralen Lösung entsteht durch dasselbe kein Niederschlag, in der mit Essigsäure angesäuerten dagegen ein weisslicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop aus sehr feinkörnigen Massen von unbestimmter Form und bräunlicher Farbe besteht.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-membranös, faltig erscheint.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd ein reichlicher weisser Niederschlag mit einem Stich ins Blaugrüne; unter dem Mikroskop erscheint er amorph-körnig, bräunlich.

Durch Alaun ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop körnig-amorph erscheint.

Durch Quecksilberchlorid ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop aus feinkörnigen Massen von unbestimmter Form besteht; sie sind in kleineren Parthien farblos, in grösseren Haufen bei durchfallendem Lichte bräunlich.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul entsteht ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form und bräunlicher Farbe darstellt.

Durch Zinnchlorür ein weisser Niederschlag, der sich in einem Ueberschuss des Fällungsmittels vollständig löst; unter dem Mikroskop erscheint er körnig-amorph.

Durch einfach chromsaures Kali in einer basischen und neutralen Eiweisslösung kein Niederschlag, in einer mit Essigsäure übersättigten ein gelblicher Niederschlag, der unter

dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form, aber bräunlicher Farbe darstellt.

Bestimmung des flüssigen Eiweisses bei der Analyse. Das sicherste Kennzeichen des flüssigen Eiweisses, wodurch es sich von allen übrigen Stoffen unterscheidet, ist seine Gerinnung durch die Hitze. Erhält man in einer Flüssigkeit durch Erhitzen derselben bis zum Kochen ein amorphes Gerinnsel, so kann dies nichts Anderes als Eiweiss sein. Dies Zeichen ist nur insofern nicht ganz sicher, als es nicht immer eintritt; es fehlt: 1. bei sehr verdünnten Eiweisslösungen; diese werden indess durch Erhitzen und Aufkochen wenigstens trübe, opalisirend. Ist aber der Eiweissgehalt einer Flüssigkeit so gering, dass sie beim Kochen nicht einmal opalisirt, so kann man ihn recht gut ganz vernachlässigen; 2. bei Gegenwart von freien oder kohlensauren Alkalien und bei Gegenwart einer sehr grossen Menge freier Essigsäure oder b Phosphorsäure. Wie man bei Gegenwart freier Alkalien zu verfahren habe, ist schon oben angegeben worden; ein so bedeutender Gehalt von freier Säure, dass er die Gerinnung verhindere, kommt wohl nie vor: man müsste ihn durch Ammoniak neutralisiren. — Alle übrigen Mittel, die Gegenwart von Eiweiss zu entdecken, wie sein Verhalten gegen Salpetersäure, Alkohol, Quecksilberchlorid, sind unsicher und weniger charakteristisch, als sein Verhalten in der Hitze. — Mit flüssigem Faserstoff kann das flüssige Eiweiss nicht verwechselt werden, da ersterer von selbst schon bei gewöhnlicher Temperatur gerinnt.

Bei quantitativen Analysen muss das Eiweiss ebenfalls als geronnenes bestimmt werden, wenn seine Bestimmung einigermaassen genau werden soll, denn nur in dieser Form lässt es sich durch Auswaschen von andern Stoffen trennen, welche dasselbe gewöhnlich begleiten, wie Wasserextract u. s. w. Man muss hier doppelt auf seiner Hut sein, dass die Flüssigkeit genau neutral, wenigstens nicht alkalisch sei, wenn man durch Kochen alles Eiweiss abscheiden will. Bei sehr concentrirten Auflösungen genügt ein einmaliges Aufkochen, um alles Eiweiss

zu coaguliren, bei sehr verdünnten muss das Kochen mehrere Minuten, ja eine Viertelstunde lang fortgesetzt werden, weil in diesen das Eiweiss langsamer und nur schwer gerinnt. Das geronnene Eiweiss wird am besten auf einem gewogenen Filtrum gesammelt, mit Wasser ausgewaschen, mit dem Filtrum getrocknet und gewogen. Soll die Untersuchung sehr genau werden, so muss noch nach dem Trocknen durch kochenden Alkohol oder Aether das fast immer beigemengte Fett ausgezogen werden. Enthält die Eiweisslösung kleine körperliche Theile, wie Blut- oder Eiterkörperchen u. dgl., welche sich nicht wohl durch Filtriren trennen lassen, so lässt man diese durch ruhiges Stehen der Flüssigkeit sich absetzen, nimmt die obenstehende klare Flüssigkeit mit der Pipette weg, wäscht den Rückstand mehrmals mit Wasser aus, fügt dieses zur abgezogenen Flüssigkeit und bestimmt erst in dieser das Eiweiss durch Erhitzen. Wollte man die Flüssigkeit mit den Körperchen erhitzen, so würden diese vom gerinnenden Eiweiss eingeschlossen werden und das Gewicht desselben vermehren. — Vom flüssigen Faserstoff wird das flüssige Eiweiss dadurch getrennt, dass man ersteren coaguliren lässt: vom geronnenen Faserstoff trennt man es durch Abfiltriren, der Faserstoff hält aber gewöhnlich eine Menge Eiweiss zurück, er muss daher fein zertheilt (zerschnitten) und mehrmals mit Wasser ausgewaschen werden. Das Eiweiss wird dann in der abfiltrirten Flüssigkeit auf die gewöhnliche Weise bestimmt.

b. Geronnenes Eiweiss.

Vorkommen. Wahrscheinlich in sehr vielen Theilen des menschlichen Körpers, dem Gehirn, den Nerven, den parenchymatösen Organen, wie Leber, Milz u. s. w., doch ist sein Vorkommen nur hypothetisch, da es sich nicht mit Bestimmtheit vom geronnenen Faserstoff unterscheiden lässt.

Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. Das geronnene Eiweiss bildet frisch, noch mit Wasser verbunden, Massen von mittlerer Consistenz und milchweisser Farbe; an den Rändern sind sie durchscheinend.

Getrocknet stellt es spröde, durchscheinende, dem trocknen arabischen Gummi ähnliche Massen dar. Es verliert während des Trocknens gegen 90$\frac{0}{0}$ an Gewicht. — Unter dem Mikroskop stellt das frisch geronnene Eiweiss amorph-granulöse Massen dar, welche sich vom geronnenen Faserstoff nicht unterscheiden lassen. Diese Massen werden durch Essigsäure durchsichtig, erweichen sich und verschwinden fast für das Auge, ohne jedoch vollständig aufgelöst zu werden. Durch kaustisches Kali werden sie schnell und fast vollständig aufgelöst. Durch kohlensaure Alkalien und kaustisches Ammoniak werden diese Massen gleichfalls etwas erweicht, doch weniger als durch Essigsäure.

Chemisches Verhalten. Das Eiweiss verbrennt unter Entwickelung eines sehr starken unangenehmen Geruches; es hinterlässt eine schwer verbrennliche Kohle. Das geronnene Eiweiss ist unlöslich in kaltem und kochendem Wasser; durch sehr lange fortgesetzes Kochen löst sich ein Theil desselben auf, das Gelöste besitzt aber die charakteristischen Eigenschaften des flüssigen Eiweisses nicht mehr.

In Alkohol, Aether, flüchtigen und fetten Oelen ist das coagulirte Eiweiss vollkommen unlöslich.

Mit concentrirter Schwefelsäure quillt es zu einer Gallerte auf und löst sich beim Erwärmen.

In concentrirter Salzsäure löst es sich beim Kochen mit schöner Lilafarbe auf; ist die Lösung gesättigt, so scheidet sich nach dem Erkalten ein Theil des Aufgelösten wieder aus. Durch Zusatz von Wasser wird die Auflösung getrübt.

Von concentr. Salpetersäure wird das Albumin zersetzt; mit verdünnter verbindet es sich sehr allmählich und die Verbindung ist in vielem Wasser löslich.

Von a Phosphorsäure wird es nicht aufgelöst, in b Phosphorsäure ist es zum Theil löslich.

Von Essigsäure wird es bei längerem Digeriren etwas erweicht, es quillt auf, doch weniger als Faserstoff: selbst beim Kochen löst sich nur eine sehr geringe Menge. In dieser sauren Auflösung bewirken: Kaliumeisencyanid kaum eine Spur

von Trübung, wenn die Lösung nicht sehr concentrirt und durch längere Zeit anhaltendes Kochen bereitet worden ist; salpetersaures Quecksilberoxydul einen weissen Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zarte feinkörnig-amorphe Massen von bräunlicher Farbe darstellt; Zinnchlorür keinen Niederschlag.

In kaustischem Kali löst es sich beim Erwärmen vollständig auf; durch Säuren wird es aus dieser Lösung gefällt.

In kaustischem Ammoniak löst es sich sehr allmählich und nur zum Theil.

Auch von kaustischem Baryt und Kalk wird es aufgelöst, aber sehr allmählich und unvollständig.

Wasserstoffsuperoxyd zerlegt es nicht.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt das geronnene Eiweiss bei qualitativen Analysen ganz an denselben Merkmalen, welche beim geronnenen Faserstoff als für diesen charakteristisch angenommen wurden; an der Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol und Aether, seiner Löslichkeit in Kalilauge und dem Verhalten zur concentrirten Salzsäure. — Vom geronnenen Faserstoff lässt sich das geronnene Eiweiss nicht mit hinlänglicher Bestimmtheit unterscheiden, denn sowohl die physikalischen Eigenschaften, das Verhalten unter dem Mikroskop, als auch das chemische Verhalten sind bei beiden ganz dieselben. Man hat folgende unterscheidende Merkmale angeführt: 1. Geronnener Faserstoff zersetzt das Wasserstoffsuperoxyd, geronnenes Eiweiss nicht. Dieses Unterscheidungszeichen ist aber nicht hinlänglich sicher, da es wahrscheinlich blos in der physikalischen Anordnung der kleinsten Theilchen seinen Grund hat, ist sehr umständlich und ist nicht brauchbar bei Gegenwart beider Stoffe, weil man in diesem Falle nur erfahren würde, dass geronnener Faserstoff zugegen sei, nicht aber, ob man es auch mit Eiweiss zu thun habe. 2. Die Verschiedenheit der Farbe, welche man erhält, wenn man beide Stoffe mit concentrirter Salzsäure kocht. Die des geronnenen Faserstoffs ist etwas dunkler, schmutziger, die des Eiweisses heller, mehr lila:

aber dieser Farbenunterschied ist so schwankend und unsicher, dass man unmöglich ein Unterscheidungsmerkmal darauf gründen kann. 3. Das etwas abweichende Verhalten gegen Essigsäure. Faserstoff quillt, mit der Säure längere Zeit digerirt, zu einer vollständigen durchsichtigen Gallerte auf; Eiweiss wird von Essigsäure viel weniger afficirt, die Gallerte wird nie so vollständig, als die von Faserstoff; aber auch dies Kennzeichen ist sehr unsicher und schwankend. Valentin's Angabe, dass wohl die essigsaure Lösung des Faserstoffs, nicht aber die des geronnenen Eiweisses, durch salpetersaures Quecksilberoxydul und Zinnchlorür gefällt werde, und dass hierin ein Unterscheidungsmerkmal beider Stoffe gegeben sei, fand ich nicht bestätigt (s. oben die Angabe des chem. Verhaltens). — Wenn die von Mulder gegebenen Formeln für Faserstoff und Eiweiss wirklich ganz genau sind, was doch wohl durch fernere Untersuchungen erst bestätigt werden muss, so könnte man in zweifelhaften Fällen beide Stoffe dadurch unterscheiden, dass man den Schwefelgehalt der zweifelhaften Substanz bestimmte; er müsste im Eiweiss doppelt so gross sein, als im Faserstoff.

Von der quantitativen Bestimmung des geronnenen Eiweisses gilt Alles, was wir bei der quantitativen Bestimmung des geronnenen Faserstoffs gesagt haben. — Das flüssige Eiweiss trennt man vom geronnenen Eiweiss gerade so wie vom geronnenen Faserstoff: durch Zerschneiden der festen Theile und Auswaschen mit kaltem Wasser.

3. Käsestoff, Casein.

(10 Protein + *S* nach Mulder.)

a. Flüssiger Käsestoff.

Vorkommen. In der grössten Menge in der Milch, ferner in der Krystalllinse, im Blute, in geringer Quantität in vielen Säften des menschlichen Körpers; pathologisch bisweilen im Auswurf, im Stuhle.

Chemisches Verhalten. Das Casein gerinnt nicht durch Hitze, doch geht beim Abdampfen einer Käsestofflösung all-

mählich ein Theil des Caseins in den geronnenen Zusand über, die Flüssigkeit bedeckt sich mit einer Haut von geronnenem Käsestoff, welche sich, wenn sie abgenommen wird, immer wieder erneuert.

In einer Käsestofflösung, welche zugleich Milchzucker enthält (wie die Milch) wird durch Laab (die Schleimhaut des vierten Magens der Wiederkäuer) der Käsestoff allmählich aus dem flüssigen Zustand in den geronnenen übergeführt. —

Das Verhalten der verschiedenen Modificationen des Käsestoffs gegen Reagentien ist nicht ganz dasselbe; die folgenden Reactionen gelten vom flüssigen Käsestoff der Kuhmilch.

Durch concentrirte Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure entstehen weisse Niederschläge, welche unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form darstellen und in Haufen eine bräunliche Farbe zeigen.

b Phosphorsäure bewirkt im Minimum einen weissen Niederschlag (unter dem Mikroskop amorph-körnig), der durch mehr Säure wieder aufgelöst wird.

Ein Minimum von Essigsäure bewirkt einen weissen Niederschlag (unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe), der durch mehr Essigsäure vollkommen wieder verschwindet.

Oxalsäure im Minimum verursacht einen weissen Niederschlag (unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe, grösstentheils wurstförmig), der durch mehr Säure wieder aufgelöst wird.

Durch ein Minimum von Weinsteinsäure ein weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop körnig-amorph), der durch Zusatz von mehr Säure wieder verschwindet.

Durch kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak und kohlensaures Kali kein Niederschlag.

Durch Aether kein Niederschlag.

Alkohol bewirkt in nicht allzuverdünnten Lösungen von Käsestoff einen weissen Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form und bräun-

licher Farbe darstellt. Aber selbst aus einer sehr concentrirten Lösung in Wasser wird der Käsestoff nicht vollständig durch Alkohol gefällt, da er in diesem nicht vollkommen unlöslich ist.

Durch wässerige Jodlösung kein Niederschlag.

Durch *Infus. Gallarum* ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe bildet.

Durch salzsauren Kalk ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe darstellt.

Durch Chlorbaryum in der alkalischen und neutralen Lösung kein Niederschlag, in der mit Essigsäure übersäuerten (so, dass der anfangs gebildete Niederschlag wieder aufgelöst wird) ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe bildend.

Durch salpetersaures Silber ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe darstellt.

Durch neutrales essigsaures Bleioxyd ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe.

Durch basisch essigsaures Bleioxyd ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph.

Durch Kaliumeisencyanür in der basischen und neutralen Lösung kaum eine Spur von Trübung; in der mit einem Ueberschuss von Essigsäure versetzten ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von bräunlicher Farbe darstellt.

Durch Kaliumeisencyanid in der basischen und neutralen Flüssigkeit kein Niederschlag, in der mit Essigsäure übersäuerten ein sehr reichlicher weisslichgelber Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von grünlichbrauner Farbe bildet.

Durch Eisenchlorid ein weisslicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von brauner Farbe darstellt.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weissgelblicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop körnig-amorphe Massen darstellt.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von brauner Farbe bildend.

Durch Alaun in der neutralen oder basischen Lösung kein Niederschlag (so fand ich es bei mehrmaligen Versuchen; Simon giebt an, dass durch Alaun in einer nicht zu verdünnten Käsestofflösung ein Niederschlag entstehe); in der mit Essigsäure übersäuerten Flüssigkeit dagegen entsteht durch Alaun ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnig erscheint.

Durch Quecksilberchlorid weder in der basischen und neutralen, noch in der mit Essigsäure übersäuerten Lösung ein Niederschlag (auch dies stimmt nicht ganz mit Simon's Angaben).

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von brauner Farbe bildet. Er ist in einem Ueberschuss von Essigsäure löslich.

Durch Zinnchlorür ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-körnig erscheint.

Durch einfach chromsaures Kali in der basischen und neutralen Lösung kein Niederschlag; in der mit Essigsäure übersättigten ein reichlicher dottergelber Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von grünlich-brauner Farbe darstellt. —

Die übrigen Arten des Käsestoffs weichen in ihrem Verhalten gegen Reagentien von dem der Kuhmilch einigermaassen ab, namentlich scheint der der menschlichen Milch mit den Reagentien, welche den Käsestoff der Kuhmilch fällen, nicht immer Niederschläge zu geben. Der Käsestoff der menschlichen Milch soll sich nach Simon vorzüglich dadurch unterscheiden, dass er durch Mineralsäuren weniger vollkommen gefällt wird;

der Käsestoff der Krystalllinse dagegen soll sich durch eine grössere Löslichkeit in verdünntem Alkohol auszeichnen. Doch sind diese Verschiedenheiten noch nicht so genau erforscht, dass sich sichere Unterscheidungsmerkmale der einzelnen Arten des Käsestoffs darauf gründen liessen.

Bestimmung des flüssigen Käsestoffs bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Käsestoff 1. an seiner Eigenschaft, dass sich seine wässerige Lösung beim Abdampfen mit einer Haut überzieht, die sich nach dem Abnehmen stets erneuert, und welche nicht mehr in Wasser löslich ist; 2. an seinem Verhalten gegen Essigsäure, Oxalsäure und Weinsteinsäure, die ihn im Minimum zugesetzt fällen, während ein Ueberschuss von Säure den Niederschlag wiederauflöst. — Mit flüssigem Faserstoff kann er nicht verwechselt werden, da dieser von selbst gerinnt, ebensowenig mit flüssigem Eiweiss, da er nicht wie dieses beim Kochen gerinnt.

Bei quantitativen Analysen kann der Käsestoff nach verschiedenen Methoden abgeschieden werden: 1. dadurch, dass man die käsestoffhaltige Flüssigkeit mit Kälberlab bei einer Temperatur von etwa 30° längere Zeit digerirt, bis aller Käsestoff im geronnenen Zustande abgeschieden wird. Der geronnene Käsestoff wird dann mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, mit kochendem Alkohol oder Aether ausgezogen, um alles Fett zu entfernen, wieder getrocknet und gewogen. Bei Anwendung dieser Methode sind folgende Vorsichtsmaassregeln zu beobachten: sie darf nicht angewandt werden, wenn die Flüssigkeit kleine, durch Filtriren nicht abscheidbare Theile enthält, weil diese vom gerinnenden Käsestoff eingeschlossen werden und sein Gewicht vermehren. Man muss ferner gewiss sein, dass die Flüssigkeit Milchzucker enthält, weil es scheint, dass nur bei Gegenwart desselben, durch Bildung von Milchsäure, der Käsestoff vollkommen coagulirt wird. Man müsste also, wo er fehlt, oder wo man von seiner Gegenwart nicht bestimmt überzeugt ist, etwas Milchzucker zusetzen, der als Milchzucker oder Milchsäure beim Auswaschen des geronnenen Käsestoffes

vollkommen wieder entfernt wird. Die Flüssigkeit darf endlich kein freies oder kohlensaures Alkali enthalten, weil durch dessen Gegenwart ein Theil des Käsestoffs gelöst wird, man muss sie also vorher neutralisiren oder durch verdünnte Salzsäure etwas sauer machen. Diese Methode erlaubt, den Käsestoff vollkommen zu reinigen, ist aber etwas umständlich.

2. Man fällt den Käsestoff durch Essigsäure; wäscht den Niederschlag aus und trocknet ihn. Da eine sehr geringe Menge Essigsäure ein grosses Quantum Käsestoff fällt, so muss man eine sehr verdünnte Essigsäure anwenden und beim Zusetzen derselben sehr vorsichtig sein, weil der geringste Ueberschuss von Säure den Niederschlag wieder auflöst. Der Niederschlag des Käsestoffs durch Essigsäure ist zwar im Allgemeinen in Wasser unlöslich, doch müssen künftige genaue Versuche darüber entscheiden, ob sich nicht beim längeren Auswaschen doch etwas davon in Wasser löst. Auch in diesem Falle muss der getrocknete Niederschlag noch mit Aether oder Alkohol vom Fett befreit werden.

3. Man dampft die Flüssigkeit zur Syrupsconsistenz ab, fällt den Käsestoff durch Alkohol von 830 und reinigt ihn durch mehrmaliges Auswaschen mit Alkohol von derselben Stärke. In diesem Falle bekommt man aber den Käsestoff nicht rein von Wasserextract. Der getrocknete Käsestoff muss noch mit Aether oder Alkohol ausgekocht werden, um ihn vom Fett zu befreien. —

Vom geronnenen Faserstoff und Eiweiss trennt man den flüssigen Käsestoff durch Auswaschen jener beiden Stoffe mit Wasser, in der Flüssigkeit bestimmt man dann den Käsestoff nach einer der angeführten Methoden. Vom flüssigen Eiweiss trennt man ihn dadurch, dass man dieses durch Hitze in geronnenes verwandelt und dann verfährt, wie oben angegeben wurde.

Wegen des Blutkäsestoffes oder Globulins, müssen wir auf einen der späteren Bände verweisen, wo es beim Blute ausführlicher betrachtet werden wird.

b. geronnener Käsestoff.

Vorkommen. In der Milch, wahrscheinlich auch in anderen Körpertheilen, doch ist dies, wegen der Schwierigkeit seiner Unterscheidung vom geronnenen Faserstoff und Eiweiss nur hypothetisch.

Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. Der geronnene Käsestoff bildet mit Wasser verbunden Massen ohne Structur, von mittlerer Consistenz und milchweiser Farbe. Getrocknet stellt er spröde, halb durchscheinende, hornartige Massen dar. Unter dem Mikroskop bildet er vollkommen amorphe Massen ohne alle Structur, ähnlich denen des geronnenen Faserstoffs und Eiweisses. Durch Behandlung mit Essigsäure verschwinden sie dem Auge viel eher und vollständiger, als die des geronnenen Faserstoffs.

Chemisches Verhalten. Der geronnene Käsestoff löst sich nicht in kaltem und ebenso wenig in warmem Wasser, er ist unlöslich in Alkohol, Aether, Fetten und flüchtigen Oelen.

In concentr. Salzsäure löst er sich beim Kochen, die Flüssigkeit färbt sich dabei violett, doch erscheint diese Reaction nicht immer.

In concentrirter und verdünnter Essigsäure löst er sich auch bei längerem Digeriren nur unvollkommen (nach Simon ziemlich leicht, namentlich beim Erwärmen); in der essigsauren Lösung bewirkt: Kaliumeisencyanid einen weisslichen Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige Massen von gelblicher Farbe darstellt; salpetersaures Quecksilberoxydul einen weisslichen Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig amorphe Massen von gelblicher Farbe bildet; Zinnchlorür keinen Niederschlag.

Von kaustischem Kali wird er in der Wärme vollständig aufgelöst; Säuren bewirken in dieser Lösung einen Niederschlag.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Untersuchungen erkennt man den geronnenen Käsestoff an den, den

Proteinverbindungen im geronnenen Zustande überhaupt zukommenden Eigenschaften (s. das geronnene Eiweiss). Vom geronnenen Eiweiss und Faserstoff lässt er sich nicht mit Bestimmtheit unterscheiden, doch löst er sich etwas leichter in Essigsäure als beide und viel leichter als ger. Eiweiss. Vorausgesetzt, dass die von Mulder angegebene Formel seiner Zusammensetzung richtig ist, könnte man ihn daran von jenen beiden Stoffen unterscheiden, dass er keinen Phosphor enthält, also beim Kochen mit concentr. Salpetersäure bis zur vollständigen Zersetzung keine Phosphorsäure liefert.

Von seiner Abscheidung bei quantitativen Analysen gilt Alles, was beim geronnenen Faserstoff hierüber gesagt wurde. Vom geronnenen Faserstoff und Eiweiss lässt er sich nicht wohl trennen, vom flüssigen Eiweiss und flüssigen Käsestoff durch sorgfältiges Auswaschen mit Wasser.

Die drei genannten Proteinverbindungen im flüssigen Zustande von einander zu unterscheiden oder auch zu trennen, ist nicht schwer, so lange sie ihr normales Verhalten zeigen. Aber nicht selten zeigen sie grössere oder geringere Abweichungen von den oben angegebenen normalen Reactionen, der Faserstoff will nur unvollkommen von selbst, das Eiweiss nicht mehr durch Hitze gerinnen, der Käsestoff ist unempfindlich gegen Säuren, und der Anfänger kann leicht die Natur dieser Stoffe übersehen. Leider sind wir gegenwärtig noch nicht im Stande, die Ursachen dieser Veränderungen einzusehen, kennen wir doch nicht einmal alle Abweichungen vom normalen Verhalten! Im geronnenen Zustande dagegen vermögen wir diese drei Stoffe nicht einmal dann mit vollkommener Sicherheit von einander zu unterscheiden, wenn sie ganz normal sind. Aber diese Stoffe im geronnenen Zustande haben überdies noch so zahlreiche Modificationen, dass diese häufiger im Körper vorkommen, als die reinen Stoffe selbst. Das feste Exsudat z. B., welches sich bei Entzündungen der Pleura, des Peritoneums in diesen Höh-

len findet, ist geronnener Faserstoff im Normalzustande, wir wissen, dass es durch Gerinnen des exsudirten Blutplasma entsteht. Aber selbst dieser geronnene Faserstoff zeigt in seinem Verhalten nicht selten einige Abweichungen von der Norm, so färbt er häufig beim Kochen mit Salzsäure die Flüssigkeit nicht violett. In dem Maasse, als das Exsudat sich organisirt, erleidet der Faserstoff eine chemische Veränderung, mit der beginnenden Zellenbildung tritt die erste chemische Differenzirung desselben ein, die Zellenkerne verhalten sich chemisch anders, als die Zellenwandungen; bei weiter fortschreitender morphologischer Umwandlung wird die chemische Veränderung noch bedeutender; zuletzt, wenn die Pseudomembran vollständig organisirt ist, besteht sie aus Zellgewebe; der Faserstoff hat sich nun in leimgebendes Gewebe umgewandelt. Was wir hier an einem Beispiel gezeigt haben, ist bei allen Neubildungen, ja bei jeder Entwickelung der Fall. Das ursprüngliche Cytoblastem besteht gewöhnlich aus Faserstoff, vielleicht auch aus Eiweiss oder Käsestoff; während seiner Entwickelung erleidet es eine fortschreitende chemische Veränderung; nach vollendeter Entwickelung ist es gewöhnlich in andere zoochemische Grundstoffe, in leimgebendes Gewebe, Hornstoff u. dgl. umgewandelt worden. Diese Verwandlung erfolgt nicht plötzlich, sie geht allmählich vor sich; wir haben daher in der Natur eine grosse Menge, ja ganze Reihen von Modificationen der Proteinverbindungen gegeben, die wir bis jetzt nicht einmal ihren chemischen Reactionen nach kennen.

Alle diese Modificationen genau zu untersuchen, ihre Reactionen, ihre Elementarzusammensetzung kennen zu lernen, wäre eine Sache von der höchsten Wichtigkeit für die Physiologie und Medicin, aber diese Aufgabe ist im höchsten Grade schwierig, sie fordert jahrelang fortgesetzte Arbeiten und hunderte von Elementaranalysen, sie wird daher aller Wahrscheinlichkeit nach noch viele Jahre ungelöst bleiben. Bis dahin scheint mir die Aufgabe bei zoochemischen Analysen sich darauf zu beschränken, dass man bestimmt, eine feste organische

Substanz gehöre überhaupt zur Gruppe der Proteinverbindungen und allenfalls noch angiebt, welche eigenthümlichen Reactionen sie zeigt. Die Behauptung, eine gefundene Substanz sei geronnenes Eiweiss, Faserstoff oder Käsestoff ohne genaue Angabe der diese Entscheidung bestimmenden Gründe dient nur dazu, eine solche Analyse für spätere Zeiten, wo man der Wahrheit näher gekommen ist als gegenwärtig, verwerflich und unbrauchbar zu machen.

Als Anhang reihen wir den Proteinverbindungen noch einige zoochemische Grundstoffe an, von denen es zwar nicht ausgemacht ist, dass sie wirklich zu den Proteinverbindungen gehören, die sich aber am naturgemässesten hier anschliessen.

4. Hornsubstanz, Hornstoff.

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. In der Epidermis, den Epithelien, den Nägeln, Klauen, Hörnern, Haaren, Borsten, Federn

Physikalische Eigenschaften und Verhalten unter dem Mikroskop. Die Hornsubstanz kommt nur im festen, geronnenen Zustande vor. Sie ist fest, elastisch, im reinen Zustande farblos und durchscheinend, unter dem Mikroskope vollkommen amorph. Die verschiedenen Modificationen derselben haben verschiedene physikalische Eigenschaften; die der Nägel bildet unter dem Mikroskop amorphe durchsichtige Massen, welche aus Schichten bestehen, die wieder aus einzelnen platten Zellen zusammengesetzt sind (letzteres ist jedoch nicht immer deutlich), weder durch Essigsäure noch durch Aetzkali verschwinden sie unter dem Mikroskop fürs Auge. Die Oberhaut und die Epithelien zeigen unter dem Mikroskop Zellen, bald mit bald ohne Kern, die nicht durch Essigsäure, wohl aber durch Kali dem Auge verschwinden; grössere Parthien verschwinden durch Kali nur sehr allmählig. Die Haare sind charakterisirt durch ihre cylindrische, an der Spitze konische Form,

mit einem in der Mitte laufenden Längencanal, der aber nicht immer deutlich erscheint, dann durch den Bulbus an ihrer Wurzel.

Chemisches Verhalten. Die Hornsubstanz verbrennt, wobei sie den eigenthümlichen, bekannten Geruch nach verbrennendem Horn entwickelt.

Sie ist unlöslich in Wasser, kaltem sowohl als kochendem, unlöslich in Aether, Alkohol, Fetten und flüchtigen Oelen.

Durch Salpetersäure wird sie anfangs wenig verändert, beim längeren Digeriren, namentlich beim Kochen damit, färbt sie sich gelb und wird zersetzt.

Von Essigsäure wird Nichts, oder nur eine Spur der Hornsubstanz aufgelöst; in dieser Lösung wird nach Simon durch Kaliumeisencyanur bald keine, bald, wie bei der Kopfhaut, eine unbedeutende Fällung bewirkt.

Durch kaustisches Kali wird die Hornsubstanz aufgelöst, bald ziemlich leicht, wie die der Epidermis, namentlich der jüngeren Schichten derselben und die der Epithelien, bald schwieriger, wie die der Nägel, Haare.

Durch kaustisches Ammoniak wird sie nur unvollkommen aufgelöst. —

Die Hornsubstanz zeigt, wie die Proteinverbindungen, verschiedene Modificationen, welche sich hauptsächlich durch die leichtere oder schwerere Löslichkeit in Alkalien unterscheiden. Diejenigen derselben, welche sich sehr leicht in Alkalien lösen, wie die Epithelien, scheinen noch nicht vollständig entwickelte Hornsubstanz, Zwischenstufen zwischen dieser und den Proteinverbindungen zu bilden.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Hornsubstanz leichter an ihrem physikalischen Verhalten, als an ihren chemischen Reactionen, so namentlich die Haare, Nägel, Federn. In zweifelhaften Fällen kann das mikrochemische Verhalten dienen, sie von den geronnenen Proteinverbindungen zu unterscheiden. Diese verschwinden unter dem Mikroskop durch Essigsäure für das Auge, die Hornsubstanz nicht; Unter-

schiede zwischen der Hornsubstanz selbst liefert das mikrochemische Verhalten gegen Aetzkali: die Epithelialzellen und die einzelnen Zellen der Epidermis verschwinden gewöhnlich durch Kalilauge, Nägel und Haare nicht. Mit den flüssigen Proteinverbindungen kann die Hornsubstanz nicht verwechselt werden.

Bei quantitativen Analysen lässt sie sich von den geronnenen Proteinverbindungen nicht trennen, von den flüssigen trennt man sie auf dieselbe Weise wie geronnenen Faserstoff und Eiweiss.

5. Chitin

ist die Substanz, welche die Faser aller hornartigen Theile der Insecten, ihre Flügeldecken und Hornpanzer, kurz das äussere Skelett derselben bildet.

Sie unterscheidet sich nach Odier (*Mém. d. l. sociét. d'hist. nat. I.* 35) vorzüglich dadurch von den Proteinverbindungen und dem Horngewebe, dass sie von Aetzkali nicht aufgelöst und von Salpetersäure nicht gelb gefärbt wird.

6. Pepsin, Verdauungsstoff.

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. Nur in der sogenannten Schleimhaut des Magens bei Menschen und Thieren, und zwar vorzüglich in dem zwischen Cardia und Pylorus in der Mitte liegenden Theil desselben. Bei Wiederkäuern nur in der des vierten oder Laab-Magens.

Physikalische Eigenschaften. Im festen, trockenen Zustande nicht genauer bekannt. In Wasser gelöst bildet das Pepsin eine farblose, gewöhnlich etwas trübe Flüssigkeit.

Chemisches Verhalten. Es ist sehr zweifelhaft, ob das Pepsin bisher je vollkommen rein dargestellt wurde: die folgenden Angaben gelten von der Flüssigkeit, welche erhalten wird, wenn man den einige Stunden lang mit lauwarmem Wasser digerirten Laabmagen (die Flüssigkeit wird abgegossen) von neuem mit kaltem destillirtem Wasser auszieht und die Flüssigkeit abfiltrirt. (Diese Flüssigkeit, mit soviel Säure versetzt, dass der zuerst entstehende Niederschlag wieder aufgelöst wird, verdaut sehr gut.) Es ist möglich, ja wahrschein-

lich, dass diese Flüssigkeit ausser Pepsin auch noch andere Stoffe, namentlich Wasserextract enthält.

Das Pepsin löst sich in kaltem und lauwarmem Wasser, beim Kochen scheint es aber zu gerinnen, wenigstens wird die wässerige Lösung durch Kochen getrübt und hat nun ihre verdauende Kraft verloren.

Es ist unlöslich in Alkohol, wahrscheinlich auch unlöslich in Aether und in Oelen.

Durch ein Minimum einer freien Säure (Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, b Phosphorsäure, Essigsäure) entsteht in der Pepsinlösung ein Niederschlag, welcher unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form und dunkler, bräunlicher Farbe bildet. Beim Zusatz von mehr Säure wird dieser Niederschlag grösstentheils wieder aufgelöst.

Durch kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak und kohlensaures Kali kein Niederschlag.

Durch Alkohol ein weisser Niederschlag, erscheint unter dem Mikroskop als sehr zarte, feinkörnig-amorphe, farblose Massen.

Durch wässerige Jodlösung kaum eine Spur von Trübung.

Durch Infus. Gallarum ein Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zarte feinkörnige Massen von schwachgelblicher Farbe bildet.

Durch Chlorcalcium ein schwacher weisser Niederschlag.

Durch Chlorbaryum eine geringe Trübung.

Durch salpeters. Silber ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zarte feinkörnige, zum Theil wurstförmige Massen bildet, welche meist farblos, nur stellenweise schwach braun gefärbt sind (also kein Chlorsilber).

Durch neutrales essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop zarte, farblose, feinkörnig-amorphe Massen bildet.

Durch basisch essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop zarte, farblose, meist wurstförmige, feinkörnig-amorphe Massen darstellt.

Durch Kaliumeisencyanür kein Niederschlag.

Durch Kaliumeisencyanid kein Niederschlag.

Durch Eisenchlorid kein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe, farblose Massen bildet.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd kaum eine Spur von Trübung.

Durch Alaun kein Niederschlag.

Durch Quecksilberchlorid ein schwacher Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zarte, vollkommen farblose, amorph-körnige, meist wurstförmige Massen bildet.

Durch salpeters. Quecksilberoxydul ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe Massen von schwach bräunlicher Farbe darstellt.

Durch Zinnchlorür ein sehr schwacher Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zart, feinkörnig erscheint und in grösseren Parthien eine bräunliche Farbe zeigt.

Durch einfach chromsaures Kali kaum eine Spur von Trübung.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die Gegenwart von Pepsin am sichersten an seiner Eigenschaft, in einer sehr verdünnten wässerigen Lösung mit einem Ueberschuss von Säure versetzt, thierische und vegetabilische Substanzen (Speisen — geronnenes Eiweiss, Fleisch, Brod u. dgl.) zu verdauen, d. h. unter Umständen aufzulösen; in welchen die freie Säure allein die Auflösung nicht bewirken würde. Man verfährt dabei folgendermaassen: die pepsinhaltige Substanz wird mit kaltem Wasser mehrere Stunden lang digerirt, man filtrirt sie und setzt dem Filtrat so viel freie Säure (Salzsäure, Essigsäure etc.) zu, dass der anfangs entstehende Niederschlag grösstentheils oder vollkommen wieder aufgelöst

wird. Mit dieser Flüssigkeit wird nun etwas geronnenes Eiweiss, Fleisch etc., am besten in kleine Würfel zerschnitten, bei einer Temperatur von 30—40° C. digerirt. Nach einigen Stunden fangen die Würfel an, an den Rändern erweicht, schmierig zu werden, nach 6, 8 Stunden bisweilen auch erst später, sind sie zu einer breiartigen Masse aufgelöst. Soll diese Reaction gelingen, so muss man folgende Puncte beobachten: 1. die pepsinhaltige Flüssigkeit darf nicht zu concentrirt sein, läuft sie schleimig, fadenziehend durch das Filtrum, so muss man sie mit Wasser verdünnen; eine grosse Verdünnung derselben schadet nicht (nach Wasmann löst eine gesäuerte Flüssigkeit, die nur $\frac{1}{60000}$ Pepsin enthält, noch geronnenes Eiweiss); 2. man darf nicht zu wenig Säure zusetzen, jedenfalls muss der von der Säure anfangs bewirkte Niederschlag durch Zusatz von mehr Säure grösstentheils wieder aufgelöst sein; doch darf man auch nicht zu viel Säure nehmen, die Flüssigkeit muss eben deutlich sauer schmecken; 3. muss man eine hinreichende Quantität saurer Flüssigkeit anwenden, ihr Volumen soll das 20—30fache des aufzulösenden Eiweisses, Fleisches etc. betragen. Die Hauptrücksicht endlich verdient 4. die Temperatur, bei welcher man die Speisen mit der Verdauungsflüssigkeit digerirt; sie soll nicht unter 30 und nicht über 40° C. betragen; steigt die Temperatur zu hoch, so wird das Pepsin in den geronnenen Zustand versetzt, seine verdauende Kraft dadurch vernichtet und der Versuch misslingt unfehlbar. Am besten bedient man sich daher zur Anstellung des Versuches einer sogenannten Brütmaschine — einer Vorrichtung, durch die man eine immer nahe gleiche Temperatur erhält; doch kann man den Versuch auch auf einem warmen Ofen anstellen, wenn man dafür sorgt, dass die Temperatur hier nie zu hoch steigt, nur dauert der Versuch in diesem Falle gewöhnlich länger, oft mehrere Tage. — Mit den geronnenen Proteinverbindungen kann das Pepsin nicht verwechselt werden, ebenso wenig mit Hornstoff und Chitin. Vom flüssigen Eiweiss unterscheidet es sich durch sein Verhalten gegen Essigsäure, vom flüssigen Käsestoff dadurch, dass es

nicht wie dieser durch Laab coagulirt wird; von beiden überdies noch dadurch, dass es aus einer mit Essigsäure übersättigten Lösung nicht durch Kaliumeisencyanür, -cyanid und Eisenchlorid gefällt wird.

Die quantitative Bestimmung des Pepsin hat deswegen Schwierigkeiten, weil es immer nur in sehr geringer Menge vorkommt. Am besten trennt man es wohl für quantitative Analysen durch Fällung mittelst Essigsäure, wobei man indess auf seiner Hut sein muss, dass der Niederschlag nicht durch einen Ueberschuss von Säure zum Theil wieder aufgelöst wird. Diese Trennungsmethode kann aber nicht bei Flüssigkeiten angewandt werden, welche ausser Pepsin auch Käsestoff enthalten.

Zweite Gruppe.

Leimarten.

Die hieher gehörigen Stoffe bilden eine streng abgeschlossene Gruppe und zeichnen sich durch ein ihnen gemeinschaftlich und ausschliesslich zukommendes Merkmal vor allen anderen organischen Stoffen aus, nämlich durch die Eigenschaft, dass eine concentrirte Auflösung derselben in kochendem oder wenigstens heissem Wasser, welche, so lange sie warm ist, vollkommen flüssig erscheint, beim Erkalten gelatinirt, d. h. fest wird, zu einer durchsichtigen, farblosen Gallerte erstarrt.

Der Leim ist als solcher, d. h. als Stoff, der die Eigenschaft hat, sich in kochendem Wasser sehr leicht, ja fast augenblicklich zu lösen, im menschlichen und thierischen Körper nicht enthalten; er wird erst durch lange anhaltendes Kochen gewisser bei den einzelnen Leimarten anzuführender Gewebe, die man l e i m g e b e n d e G e w e b e nennt, erhalten. Er hat aber für zoochemische Untersuchungen dennoch eine grosse Wichtigkeit, weil eine ganze Gruppe thierischer Gewebe dadurch charakterisirt wird, dass sie durch längere Zeit fortgesetztes Kochen mit Wasser in Leim umgewandelt werden.

Die Frage, ob der Leim im leimgebenden Gewebe als solcher präexistire, oder erst beim Kochen gebildet werde, gehört eigent-

lich nicht hierher; da aber in neuerer Zeit von mehreren Seiten die letztere Ansicht verworfen und die erstere vorgezogen wurde, so können wir nicht umhin, uns hier für die letztere Ansicht entschieden auszusprechen. Während Leim sich in kochendem Wasser fast augenblicklich löst, muss Zellgewebe wohl 24 Stunden, ja elastisches Gewebe 3—4 Tage lang gekocht werden, ehe es sich in aufgelösten Leim umgewandelt hat. Diese Verschiedenheit des chemischen Verhaltens ist zu gross, als dass man Leim und leimgebendes Gewebe für identisch halten könnte. Da leimgebendes Gewebe vollkommen in Leim umgewandelt wird, wenn man das Kochen lange genug fortsetzt, so kann man auch nicht annehmen, dass jene Verschiedenheit der Löslichkeit etwa von einer chemischen Verbindung veranlasst werde, in welchem sich der Leim im leimgebenden Gewebe mit einem anderen Stoffe befinde. Chevreul's Erfahrung, dass eine gewisse Menge trockner Sehnen nach dem Verwandeln in Leim genau dieselbe Menge trocknen Leimes liefere, steht mit dieser Ansicht nicht im Widerspruche, denn isomerisch können Leim und leimgebendes Gewebe wohl sein, aber gewiss nicht identisch.

Bestimmung des Leimes bei der Analyse. Man erkennt die Leimarten sehr leicht daran, dass eine concentrirte Anflösung derselben in kochendem Wasser beim Erkalten erstarrt, zu einer festen, etwas zitternder Gallerte wird. War der Leim rein, so erscheint die Gallerte vollkommen farblos und durchsichtig; unter dem Mikroskop bildet sie eine vollkommen amorphe, durchsichtige, ja ebendeswegen kaum sichtbare Masse ohne alle Spur von Structur. Beim Erwärmen wird diese Gallerte wieder flüssig.

Mit dieser Gallerte des Leimes könnte ein Ungeübter möglicher Weise verwechseln: 1. Fett (eine Mischung von Elain mit Margarin oder Stearin), welches, in der Wärme flüssig, beim Erkalten gleichfalls erstarrt. Erstarrtes Fett ist aber nicht durchsichtig, hat nicht die eigenthümliche zitternde Beschaffenheit der Leimgallerte und lässt sich dadurch leicht unterscheiden, dass es auf Fliesspapier im erwärmten (flüssigen) Zustande einen Fettflecken hervorbringt, d. h. das Papier bleibend durchsichtig macht; 2. mit einem der Leimgallerte vollkommen ähnlichen Gelée, welches man erhält, wenn geschlagenes Blut durch Schwefelsäure coagulirt und dann mit Alkohol extrahirt wird. Wenn man in diesem Falle heiss filtrirt, so bildet die concentrirte Flüssigkeit (wenigstens bisweilen) eine vollständige

Gallerte, die man wohl mit einer Leimgallerte verwechseln könnte. Indessen führt hier das eingeschlagene Verfahren, namentlich die Anwendung der Schwefelsäure, welche auf die meisten organischen Stoffe zersetzend einwirkt und mit vielen gallertartige Verbindungen bildet, leicht darauf, dass man es mit keinem wirklichen Leim zu thun habe. — Ausserdem unterscheiden sich die Leimarten von den festen Proteinverbindungen, vom Horngewebe, Chitin und selbst vom flüssigen Eiweiss noch durch ihre Löslichkeit in heissem Wasser. — Das leimgebende Gewebe erkennt man eben an seiner Eigenschaft, bei lange fortgesetztem Kochen Leim zu geben. Man hat nur darauf zu sehen, dass man lange genug kocht, bei Zellgewebe wenigstens 6—8, bei Knorpeln 12 Stunden, bei elastischem Gewebe noch länger. Die Flüssigkeit wird filtrirt, durch Abdampfen so viel als möglich concentrirt (sie muss noch warm bereits dicklich sein und an den Fingern kleben); man giesst sie in eine Probirröhre und lässt sie ruhig erkalten. Erst nach dem vollständigen Erkalten, bisweilen erst nach mehreren Stunden, wird die Gallerte deutlich.

Bestimmung des Leimes bei quantitativen Analysen. Fertig gebildeter Leim kommt bei solchen zoochemischen Analysen, wie sie uns hier beschäftigen, wohl nie oder nur sehr selten vor. Man müsste das ihn enthaltende Gemenge trocknen, zerkleinern, mit kaltem Wasser (in dem der trockne Leim wenig oder nicht löslich ist), Alkohol und Aether ausziehen, ihn dann in kochendem Wasser auflösen, die Lösung heiss filtriren und den so gereinigten Leim trocknen. Man erhält ihn auf diese Weise rein von allen in kaltem Wasser, Alkohol und Aether löslichen, dann von allen in diesen Flüssigkeiten und kochendem Wasser unlöslichen Stoffen. — Wichtiger für uns ist die quantitative Bestimmung des leimgebenden Gewebes. Alle leimgebenden Gewebe sind in kaltem und warmem Wasser, in kaltem und kochendem Alkohol und Aether unlöslich; man kann sie also vorläufig von allen in diesen Flüssigkeiten löslichen Beimengungen befreien; jedenfalls muss man das leimge-

bende Gewebe mit Wasser wohl auswaschen. Nach dieser vorläufigen Reinigung kocht man es längere Zeit mit destillirtem Wasser. Da das Kochen lange Zeit fortgesetzt werden muss, wenn alles leimgebende Gewebe in Leim umgewandelt werden soll, bei Zellgewebe wenigstens 24 Stunden, bei Knorpeln 2 mal, bei elastischem Gewebe wohl 3 mal 24 Stunden, so ist es vortheilhaft, an dem Glaskolben, in dem man kocht, eine eigene Vorrichtung anzubringen, wodurch das verdampfende Wasser wenigstens grösstentheils wieder in den Apparat zurückfliesst. Man verstopft den Kolben mit einem luftdicht schliessenden, in der Mitte durchbohrten Kork, in den eine ziemlich lange und nicht zu weite Glasröhre eingefügt ist. An das obere Ende der Glasröhre befestigt man mittelst eines durchbohrten Korkes, der wasserdicht schliessen muss, eine kleine Glasflasche, ein Arzneiglas so, das die Glasröhre etwa einen Zoll über den Kork desselben in das Glas hineinragt. In dieses Glas bohrt man an seiner Seite, nahe am Boden (der hier oben zu stehen kommt) eine kleine Oeffnung, die nur die Grösse eines Stecknadelkopfes zu haben braucht. Man erreicht dieses mit einem Diamant oder in Ermangelung desselben mit einem spitzen Feuerstein. Der Kolben mit dem leimgebenden Gewebe wird bis zur Hälfte mit destillirtem Wasser gefüllt, über eine Spirituslampe gesetzt, man fügt den Kork mit der Glasröhre und dem an dieselbe befestigten Glase ein, nachdem man vorher das obere Glas so weit mit destillirtem Wasser angefüllt hat, dass dessen Niveau mit dem Ende der Glasröhre eine Fläche bildet. Der Apparat wird durch einen oder mehrere Halter befestigt. Beim Kochen werden die Dämpfe, wenn die Glasröhre nicht zu weit ist, in derselben condensirt, und fliessen in den Kolben zurück. Bisweilen steigt zwar etwas Flüssigkeit durch die Dämpfe fortgerissen, in das obere Glas auf, fliesst aber immer wieder in den Kolben zurück, sobald ihr Niveau höher steigt als das Ende der Glasröhre. Da nur von der oben im Glase befindlichen Flüssigkeit, wenn sie heiss geworden ist, etwas verdampfen kann (daher das obere Glas einen geringen Durch-

messer haben muss), so kann man mit diesem Apparate tagelang kochen, ohne neues Wasser zugiessen und ihn überhaupt beaufsichtigen zu müssen. Es ist schwer zu bestimmen, wie lange man das Kochen fortsetzen soll; will man ganz sicher gehen, so wäscht man, nachdem man 24 Stunden und länger gekocht hat, den ungelösten Rückstand mit heissem Wasser aus, übergiesst ihn mit frischem Wasser und kocht von neuem. Dies wiederholt man so lange, als sich noch Leim bildet. Erhält man keinen Leim mehr, so wird der Rückstand mit kochendem Wasser ausgezogen, die verschiedenen heiss filtrirten leimhaltigen Lösungen in einer tarirten Porcellanschale abgedampft, der trockne Rückstand längere Zeit und mehrmals mit kaltem Wasser ausgezogen (weil auch nicht leimgebende Gewebe, geronnenes Eiweiss und geronnener Faserstoff durch lange anhaltendes Kochen zum Theil gelöst werden, und diese Substanzen, die aber, wenigstens zum Theil durch kaltes Wasser ausgezogen werden können, den Leim verunreinigen würden), wieder getrocknet und gewogen. Man muss das Gewicht des Leimes mit dem Gefässe bestimmen, weil er im trocknen Zustande aus demselben ohne grossen Verlust nicht wohl entfernt werden kann. Da nach Chevreul's Versuchen trockne Sehnen durch Kochen eine gleiche Quantität trocknen Leims geben, so kann man das Gewicht des wasserfreien leimgebenden Gewebes als gleich mit der Menge des gefundenen trocknen Leimes annehmen.

7. Gewöhnlicher Leim, *Gluten*, *Gelatine*, *Colla*.

(C 13 H 20 N 4 O 5 nach Mulder.)

Vorkommen. Er wird erhalten durch fortgesetztes Kochen von Zellgewebe, fibrösem Gewebe (Sehnen, Bändern), serösen Häuten, der äusseren Haut *(Corion)*, der Faserknorpel, der Knochenknorpel nach der Ossification. — Will man ihn aus Knochen gewinnen, so befreit man diese vorher durch verdünnte Salzsäure von den in ihnen enthaltenen Kalksalzen.

Physikalische Eigenschaften. Im trocknen Zustande bildet er eine durchscheinende, bald farblose, bald bräunlich

gefärbte, sehr spröde und elastische Masse. Seine Gallerte ist farblos, unter dem Mikroskop vollkommen amorph.

Chemisches Verhalten. Der trockne Leim ist in kaltem Wasser nicht oder nur sehr wenig löslich, doch quillt er darin auf und bildet eine plastische Masse. In heissem Wasser löst er sich leicht, seine concentrirte Lösung bildet beim Erkalten eine Gallerte; ein Theil Leim gelatinirt noch, wenn er in 100 Theilen Wasser gelöst ist.

In Alkohol und Aether ist trockner Leim wenig oder nicht löslich.

In den Reactionen einer gesättigten Leimlösung in Wasser finden sich einige geringe Abweichungen, je nachdem der Leim aus Knochen, Sehnen, Zellgewebe u. s. w. bereitet wurde.

Folgendes sind die Reactionen eines aus Zellgewebe bereiteten, fast farblosen Leims, welche mit geringen Modificationen für alle Arten der Colla gelten.

Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, b Phosphorsäure, Essigsäure, Oxalsäure, Weinsteinsäure verhalten sich alle gleich; sie bewirken weder im Minimo noch im Maximo zugesetzt einen Niederschlag oder eine Färbung.

Kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak und kohlensaures Kali bewirken keinen Niederschlag.

Aether bewirkt keinen Niederschlag.

Durch reichlichen Zusatz eines starken Alkohols entsteht ein weisser Niederschlag, er zeigt unter dem Mikroskop eine sehr charakteristische Beschaffenheit, feinkörnig-amorphe Massen von fadiger Form und bräunlicher Farbe.

Durch wässerige Jodlösung ein sehr reichlicher gelbrother Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-fadige Massen von bräunlich rother Farbe darstellt; in einem Ueberschuss von Leimlösung löst sich dieser Niederschlag wieder auf.

Durch Chlor und Brom entsteht nach Simon eine starke Fällung.

Durch *Infus. Gallarum* ein reichlicher weissgelber Nie-

derschlag, unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige, theils fadige, theils wurstförmige Massen von brauner Farbe.

Durch Chlorcalcium und Chlorbaryum kein Niederschlag.

Durch salpetersaures Silber kaum eine Spur von Trübung.

Durch Platinchlorid ein sehr reichlicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop vollkommen amorphe fadig-körnige Massen von sehr charakteristischer Beschaffenheit und schwachgelblicher Farbe bildet.

Durch neutrales und basisch essigsaures Blei kein Niederschlag.

Durch Kaliumeisencyanür weder in der neutralen, noch in der mit Essigsäure angesäuerten Lösung die geringste Trübung.

Durch Kaliumeisencyanid in der neutralen Lösung kein Niederschlag, in der mit Essigsäure angesäuerten ein reichlicher weissgelber Niederschlag, der unter dem Mikroskop vollkommen fadig-amorph erscheint und sich dadurch von dem unter gleichen Verhältnissen entstehenden mehr körnigen Niederschlag der Proteinverbindungen sehr bestimmt unterscheidet.

Durch Eisenchlorid weder in der neutralen noch in der durch Essigsäure gesäuerten Lösung ein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul entsteht kein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd kein Niederschlag.

Durch Alaun kein Niederschlag.

Durch Quecksilberchlorid kein Niederschlag.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul im Minimum eine schwache Trübung, die aber bei einem Ueberschusse des Reagens sogleich wieder verschwindet.

Durch Zinnchlorür ein schwacher Niederschlag; er zeigt unter dem Mikroskop feinkörnige Massen, meist von fadiger Beschaffenheit und brauner Farbe.

Durch einfach chromsaures Kali kein Niederschlag.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die Colla an der den Leimarten überhaupt zukommenden Eigenschaft, dass eine concentrirte Lösung in heissem Wasser beim Erkalten gelatinirt. — Mit den geronnenen Proteinverbindungen, mit Hornstoff und Chitin kann sie ohnedies nicht verwechselt werden, da diese nicht in heissem Wasser löslich sind. Vom flüssigen Eiweiss, Käsestoff und Pepsin unterscheidet sie sich überdies noch durch ihre Eigenschaft, unter keiner Bedingung durch Säuren gefällt zu werden.

Bei quantitativen Analysen trennt man die Colla so, wie wir es für die Leimarten überhaupt angegeben haben.

8. Knorpelleim, *Chondrin.*

(C 320 H 520 N 80 O 140 + S nach Mulder.)

Vorkommen. Man erhält das Chondrin durch lange Zeit fortgesetztes Kochen der Cornea, der permanenten Knorpel mit Knorpelkörperchen, der Knochenknorpel vor der Ossification, der Knorpel krankhaft ossificirter Knochen, der Hautknochen und Knochenzähne. — Das Chondrin gebende Gewebe muss verhältnissmässig etwas länger gekocht werden, um in Leim verwandelt zu werden, als das Colla gebende.

Physikalische Eigenschaften. Das trockene Chondrin theilt alle Eigenschaften der trocknen Colla, es ist durchscheinend, bald farblos, bald bräunlich, sehr spröde und elastisch. Seine Gallerte erscheint unter dem Mikroskop vollkommen amorph.

Chemisches Verhalten. Das trockene Chondrin ist in kaltem Wasser wenig oder nicht löslich, quillt jedoch in demselben auf, es löst sich ziemlich leicht in heissem Wasser. Die concentrirte Lösung gelatinirt beim Erkalten.

In Alkohol und Aether ist es wenig oder nicht löslich.

Eine concentrirte wässerige Lösung von Chondrin (aus menschlichen Rippenknorpeln bereitet) verhält sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Durch ein Minimum von concentrirter Schwefelsäure entsteht ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop körnig-amorph erscheint; er wird durch mehr Säure wieder aufgelöst.

Durch concentrirte Salzsäure im Minimum ein reichlicher weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop körnig-amorph), der durch mehr Säure vollständig wieder aufgelöst wird.

Durch Salpetersäure im Minimum ein weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop eine amorphe, farblose Masse), der durch mehr Säure wieder aufgelöst wird.

Durch Essigsäure im Minimum ein reichlicher Niederschlag (unter dem Mikroskop vollkommen amorph, gallertartig, farblos); er löst sich in mehr Säure grösstentheils wieder auf.

Durch Oxalsäure im Minimum ein weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop vollkommen amorph, farblos), er löst sich in mehr Säure.

Durch kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak, Kalkwasser, kohlensaures Kali kein Niederschlag.

Durch Aether kein Niederschlag.

Durch viel starken Alkohol ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig, von fadiger Beschaffenheit und bräunlicher Farbe.

Durch wässerige Jodlösung kein Niederschlag.

Durch *Infus. Gallarum* eine starke weissliche Trübung, aber kein eigentlicher Niederschlag.

Durch Chlorcalcium und Chlorbaryum kein Niederschlag.

Durch salpetersaures Silber ein zarter weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig, nicht zusammenhängend und farblos erscheint.

Durch Platinchlorid im Minimum ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop aus einzelnen zarten Körnchen bestehend, farblos; in mehr Platinchlorid löst er sich wieder auf.

Durch neutrales essigsaures Blei ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop amorph-feinkörnig, stellenweise bräunlich; er ist in einem Ueberschusse des Fällungsmittels unlöslich.

Durch basisch essigsaures Blei ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop amorph-feinkörnig, meist rundliche Massen bildend; er ist in einem Ueberschusse des Fällungsmittels unlöslich.

Durch Kaliumeisencyanür weder in der neutralen, noch in der mit Essigsäure übersättigten Flüssigkeit ein Niederschlag.

Durch Kaliumeisencyanid weder in der neutralen, noch in der mit Essigsäure übersäuerten Flüssigkeit ein Niederschlag.

Durch Eisenchlorid im Minimum ein weisslicher zäher Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph farblos; durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels löst er sich wieder auf.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weisser Niederschlag oder vielmehr Trübung, welche durch einen Ueberschuss des Reagens grösstentheils wieder verschwindet.

Durch schwefelsaures Kupfer ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop ganz amorph-fadig, farblos, in grösseren Parthien von bräunlicher Farbe; er verschwindet durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels.

Durch Alaun ein weisser, sehr reichlicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop vollkommen amorph-feinkörnig, fadig erscheint, und eine bräunliche Farbe zeigt; in einem Ueberschuss des Fällungsmittels löst er sich wieder auf, doch etwas schwieriger als die vorhergenannten Niederschläge.

Durch Quecksilberchlorid kein Niederschlag. (Nach Müller entsteht durch dieses Reagens ein Niederschlag.)

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige Massen von intensiv brauner Farbe darstellt; in einem Ueberschuss des Fällungsmittels löst er sich wieder auf.

Durch Zinnchlorür ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph, farblos, in grösseren Parthien bräunlich. Er löst sich nicht in einem Ueberschuss des Fällungsmittels.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man das Chondrin an seiner Eigenschaft, in der concentrirten wässerigen Lösung beim Erkalten eine Gallerte zu bilden. Von der Colla unterscheidet man es sehr leicht durch sein verschiedenes Verhalten gegen Säuren, basisch und neutrales essigsaures Blei und mehrere andere Reagentien, überhaupt durch seine Neigung, mikrolytische Niederschläge zu bilden, d. h. Niederschläge, welche durch einen Ueberschuss des Reagens wieder aufgelöst werden. Mit den geronnenen Proteinverbindungen, mit Horngewebe und Chitin kann es nicht verwechselt werden, da es in heissem Wasser löslich ist. Vom flüssigen Eiweiss unterscheidet es sich durch sein Verhalten zur Essigsäure, vom Käsestoff dadurch, dass die im Chondrin durch Eisenchlorid, Alaun und salpetersaures Quecksilberoxydul bewirkten Niederschläge sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels wieder auflösen, von beiden überdies noch durch sein abweichendes Verhalten gegen Kaliumeisencyanür und -cyanid. Vom Pepsin unterscheidet es sich durch sein abweichendes Verhalten gegen Eisenchlorid, schwefelsaures Kupferoxyd und Alaun.

Bei quantitativen Analysen trennt man es ebenso wie die Colla, d. h. wie die Leimarten überhaupt. Bei Gegenwart von Colla kann seine quantitative Bestimmung nur eine annähernde sein; sie muss dadurch geschehen, dass man das Chondrin durch eines der Reagentien, welche Chondrin, aber nicht Colla fällen, am besten wohl durch eine Säure ausfällt, mit der Vorsicht, dass man nicht zuviel Säure zusetzt, um den Niederschlag nicht wieder aufzulösen. Man wäscht den Niederschlag auf einem gewogenen Filtrum aus, trocknet und wiegt ihn.

9. Leim des elastischen Gewebes.

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. Wird durch lange fortgesetztes Kochen aus dem sogenannten elastischen Gewebe erhalten, welches die mittlere Haut der Arterien, und die gelben Bänder der Wirbelsäule zusammensetzt, aber mit Zellgewebe und fibrösem Gewebe vermischt auch an vielen andern Stellen des Körpers vorkommt.

Physikalisches Verhalten. Im trocknen Zustande gleicht der Leim des elastischen Gewebes vollkommen den anderen Leimarten, ist durchscheinend, farblos oder schwach bräunlich gefärbt, sehr spröde und elastisch; seine Gallerte bildet eine vollkommen amorphe Masse.

Chemisches Verhalten. Im trocknen Zustande löst er sich nicht oder nur sehr wenig in kaltem Wasser, quillt jedoch etwas in demselben auf; in heissem Wasser löst er sich und eine concentrirte Lösung bildet beim Erkalten eine Gallerte; doch muss die Lösung viel concentrirter sein, als die der übrigen Leimarten, wenn die Gallerte deutlich werden soll.

In Alkohol und Aether ist er wenig oder nicht löslich.

Eine concentrirte wässerige Lösung von Leim des elastischen Gewebes (durch 3 tägiges Kochen der sorgfältig von der innern und äusseren Haut gereinigten mittlern Haut der Aorta bereitet) verhält sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Durch Schwefelsäure im Minimum entsteht ein zarter Niederschlag (unter dem Mikroskop sehr feinkörnig), der durch einen geringen Ueberschuss von Säure wieder aufgelöst wird.

Durch Salzsäure im Minimum ein sehr zarter Niederschlag (unter dem Mikroskop sehr feine einzelne Körnchen), der durch einen geringen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder aufgelöst wird.

Durch Salpetersäure im Minimum ein sehr zarter weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop feinkörnig), der durch mehr Säure sogleich wieder aufgelöst wird.

Durch b Phosphorsäure im Minimum ein sehr zarter weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop ganz kleine Körnchen); durch mehr Säure wird er wieder aufgelöst.

Durch Essigsäure im Minimum ein weisser zarter Niederschlag (unter dem Mikroskop sehr zart, feinkörnig), der durch mehr Säure verschwindet.

Durch Oxalsäure im Minimum ein weisser zarter Niederschlag (unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph), er wird durch mehr Säure gelöst.

Durch Weinsteinsäure ein zarter weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph), der durch mehr Säure wieder aufgelöst wird.

Durch kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak, Kalkwasser, kohlensaures Kali kein Niederschlag.

Durch Aether kein Niederschlag.

Durch viel starken Alkohol ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe, farblose, fadige Massen bildet.

Durch wässerige Jodlösung ein gelber fadiger Niederschlag, der durch mehr zugesetzte Leimlösung wieder aufgelöst wird.

Durch *Infus. Gallarum* ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig, fast pulverig erscheint.

Durch Chlorcalcium und Chlorbaryum kein Niederschlag.

Durch salpetersaures Silber ein sehr zarter weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnige, nicht zusammenhängende, farblose Massen bildet.

Durch Platinchlorid ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr feinkörnige unbestimmte, bisweilen auch amorphe, wurstförmige Massen bildet. Er löst sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels nicht auf.

Durch neutrales essigsaures Blei ein weisser Nieder-

schlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige Massen von schwach bräunlicher Farbe bildet.

Durch basisch essigsaures Blei ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnige Massen von unbestimmter Form bildend; er löst sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels nicht auf.

Durch Kaliumeisencyanür und -cyanid kein Niederschlag.

Durch Eisenchlorid ein weisser Niederschlag, der sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels wieder auflöst.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe Massen von unbestimmter Form bildend; in einem Ueberschuss des Fällungsmittels löst er sich nicht auf.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd ein weisser Niederschlag (unter dem Mikroskop farblose, feinkörnige Massen von unbestimmter Form), der sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels ziemlich vollständig wieder auflöst.

Durch Alaun ein weisslicher Niederschlag (unter dem Mikroskop farblos, zart, feinkörnig), der durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels nicht wieder aufgelöst wird.

Durch Quecksilberchlorid ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop farblose, vollkommen amorphe wurstförmige Massen darstellt; er löst sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels nicht wieder auf.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul ein weisslicher Niederschlag (unter dem Mikroskop amorph-körnige, theils farblose, theils intensiv braune Massen bildend); er löst sich in einem Ueberschuss des Fällungsmittels nicht wieder auf.

Durch Zinnchlorür ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop körnig-amorphe, farblose oder schwach gelbliche Massen bildet; in einem Ueberschuss des Fällungsmittels ist er unlöslich.

Durch einfach chromsaures Kali kein Niederschlag.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Leim des elastischen Gewebes, wie die Leimarten überhaupt, an seiner Eigenschaft, in einer concentrirten wässerigen Lösung beim Erkalten zu gelatiniren. Doch muss die Lösung sehr concentrirt sein, viel mehr als die der Colla und des Chondrins, wenn die Gallerte deutlich erscheinen soll. Das elastische Gewebe als solches erkennt man übrigens mit viel weniger Umständen an seinen morphologischen Eigenschaften unter dem Mikroskop. — Man unterscheidet den Leim des elastischen Gewebes von der Colla durch sein abweichendes Verhalten gegen Reagentien, namentlich durch die Fällungen, welche Säuren in seiner wässerigen Lösung bewirken, vom Chondrin durch sein Verhalten gegen Quecksilberchlorid (J. Müller giebt zwar an, dass auch das Chondrin von Sublimat gefällt werde, in meinen Versuchen trat aber diese Fällung nie ein; auch Simon beobachtete sie nicht), ferner dadurch, dass die in einer Chondrinlösung durch Platinchlorid, Alaun und salpetersaures Quecksilberoxydul bewirkten Niederschläge durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder aufgelöst werden, die in einer Lösung von Leim des elastischen Gewebes bewirkten dagegen nicht aufgelöst werden. — Von den geronnenen Proteinverbindungen unterscheidet er sich durch seine Löslichkeit in heissem Wasser, eben dadurch vom Horngewebe und Chitin; vom flüssigen Eiweiss durch sein Verhalten zur Essigsäure und b Phosphorsäure, vom Käsestoff durch seine Eigenschaft, sich nicht in kaltem Wasser zu lösen, vom Pepsin durch das abweichende Verhalten gegen Eisenchlorid, schwefelsaures Kupferoxyd und Alaun.

Bei quantitativen Analysen trennt man ihn, wie die Leimarten überhaupt; man muss aber sehr lange kochen, mehrere Tage lang, um alles elastische Gewebe in Leim zu verwandeln. Seine quantitative Trennung von den übrigen Leimarten kann nur eine annähernde sein. Man müsste ihn allenfalls durch Alaun fällen, durch den die Colla nicht niedergeschlagen wird; durch einen Ueberschuss von Alaun würde das gleichfalls

gefällte Chondrin wieder aufgelöst, und man hätte im Niederschlag den Leim des elastischen Gewebes allein, freilich mit Alaun verbunden.

Dritte Gruppe.

Extractartige thierische Materien.

Die hier zusammengestellten Stoffe bilden nicht in demselben Sinne eine streng abgeschlossene Gruppe, wie die bis jetzt betrachteten. Sie unterscheiden sich nicht durch positive Merkmale, wie z. B. die Proteinverbindungen durch die Eigenthümlichkeit, im flüssigen und geronnenen Zustande vorzukommen, die Leimarten durch ihre Fähigkeit, eine Gallerte zu bilden; die Eigenschaften der extractartigen Materien sind fast nur negative. Man hat bis jetzt, — ja man thut es noch gegenwärtig, — alle die thierischen Stoffe zu den Extracten gerechnet, welche man nicht näher bestimmen wollte oder konnte, wenn sie nur die Eigenschaft hatten, sich im Wasser aufzulösen. So ist diese Gruppe allmählich zu einer Rumpelkammer geworden, in welcher man alle Materien unterbrachte, die nirgends anders hinpassten, und der obige Name zu einem Collectivnamen für eine Menge der verschiedenartigsten Stoffe, von denen die meisten weiter keine Aehnlichkeit mit einander haben, als dass sich alle im Wasser auflösen. Man hat zwar schon öfters Vorschläge gemacht, diesem Uebelstande abzuhelfen und bereits angefangen, die hieher gerechneten Stoffe näher zu untersuchen und von einander zu unterscheiden, da aber die Zahl dieser Stoffe sehr gross und die Trennung derselben schwierig ist, so sind diese Bemühungen bis jetzt noch weit von ihrem Ziele entfernt. Wir begnügen uns daher, um den Anfänger nicht in ein Labyrinth zu führen, aus dem er sich kaum herausfinden könnte, die hierher gerechneten Stoffe zusammen abzuhandeln und begreifen unter den extractartigen Materien alle diejenigen in Wasser löslichen thierischen Stoffe, welche sich nicht durch sichere und bestimmt hervor-

tretende Eigenschaften als zu einer andern Gruppe gehörig charakterisiren.

Solche extractartige Materien finden sich in allen Flüssigkeiten des Körpers und in allen, die festen Theile desselben erfüllenden Säften, also so ziemlich überall im menschlichen und thierischen Körper; in jeder Flüssigkeit finden sich aber mehrere dieser Stoffe, die nicht nur unter sich, sondern auch in den verschiedenen Flüssigkeiten selbst wieder nach Qualität und Quantitat sehr verschieden sind. Da die extractartigen Stoffe der verschiedenen Secreta und Excreta in den folgenden Bänden genauer betrachtet werden, so begnügen wir uns hier mit einer Beschreibung der extractiven Stoffe des Muskelfleisches, welche als Prototyp und als Muster gelten können, wie man bei Erkennung und Bestimmung der übrigen Stoffe dieser Art zu verfahren habe.

Bestimmung der extractartigen Stoffe bei der Analyse. Man kann die Gegenwart extractartiger Stoffe mit ziemlicher Sicherheit in allen thierischen Theilen voraussetzen; daher ist ihre qualitative Bestimmung kaum nöthig, wenn man nicht die Absicht hat, die einzelnen zu dieser Gruppe gehörigen Stoffe von einander zu unterscheiden, was indess gegenwärtig noch nicht mit Sicherheit geschehen kann. Bei weitem wichtiger ist ihre quantitative Bestimmung, daher wir uns hier auf die Darstellung derselben beschränken wollen. Die extractiven Materien zerfallen naturgemäss in zwei Abtheilungen: in diejenigen, welche sich nur in Wasser auflösen (Wasserextract) und die, welche nicht nur in Wasser, sondern auch in Alkohol (von 830) löslich sind (Alkoholextract). Wir beschränken uns auf die Angabe, wie man den Wasserextract und Alkoholextract einer gegebenen Substanz quantitativ bestimmen könne.

Ist die Substanz fest, so wird sie mit destillirtem Wasser so lange ausgezogen, als dieses noch etwas auflöst. Bei Flüssigkeiten hat man dieses nicht nöthig, man braucht sie nur durch Filtriren oder Absetzen und Auswaschen des Rückstandes von

allen festen Theilen zu trennen. Die gewonnene Flüssigkeit wird, wenn sie sehr verdünnt ist, durch Abdampfen concentrirt, dann gekocht, um das in ihr enthaltene flüssige Eiweiss abzuscheiden (mit Beachtung der beim flüssigen Eiweiss angegebenen Vorsichtsmaassregeln); durch dieses Kochen wird auch allenfalls beigemengtes Pepsin coagulirt, dessen Menge aber immer nur ein Minimum betragen wird. Man könnte die feste Substanz auch gleich anfangs, statt sie mit kaltem oder lauem Wasser auszuziehen, mit kochendem behandeln, um das in ihr enthaltene Eiweiss sogleich zu coaguliren, aber diese Methode ist deshalb für quantitative Analysen weniger zu empfehlen, weil das Eiweiss, indem es sich beim Gerinnen an die auszuziehende Substanz fest anlegt, die Poren derselben verstopft, das Ausziehen des Extractes sehr erschwert. Die gekochte Flüssigkeit, zu der das beim Auswaschen des durch Filtriren getrennten Eiweisses gebrauchte Wasser gefügt werden muss, kann ausser dem Extract nur noch flüssigen Käsestoff, und einige später zu betrachtende Stoffe, wie Pyin, Harnstoff, Zucker, enthalten. Der Käsestoff wird, wenn er in beträchtlicher Menge vorhanden ist, am besten durch Gerinnen mittelst Laab abgeschieden; eine sehr geringe Beimischung desselben lässt sich nicht wohl trennen, da so ziemlich alle Reagentien, welche den Käsestoff fällen, auch im Extract Niederschläge bewirken. Den Harnstoff kann man durch langefortgesetztes Kochen der verdünnten Flüssigkeit zerstören und entfernen (s. die Bestimmung des Harnstoffes, doch gelingt dies selten vollständig, besser noch, wenn man vor dem Kochen kaustischen Kalk zusetzt, den man nachher durch Oxalsäure wieder ausfällen kann), den Zucker durch Gährung (s. Zucker). Der so viel als möglich von allen fremden Stoffen befreite Extract wird in einer tarirten Schaale zur Trockne abgedampft und sein Gewicht bestimmt. Man behandelt ihn so lange mit Alkohol von 830 spec. Gew., als dieser noch etwas aufnimmt, filtrirt und dampft die Lösung zur Trockne ab. Da der Alkoholextract sehr leicht nach dem Trocknen Feuchtigkeit aus der Luft anzieht und überhaupt

schwer trocknet, so muss man bei seiner Gewichtsbestimmung vorsichtig sein, und auf diese Umstände wohl achten. Man trocknet am besten im Kochsalzbade. Hat man das Gewicht des Alkoholextractes gefunden, so zieht man dieses von dem ursprünglichen Gewichte des ganzen Extractes ab, der Rest giebt das Gewicht des Wasserextractes. Gewöhnlich enthalten die Extracte unorganische Salze, Chlornatrium, Salmiak, milchsaure Salze: soll die Untersuchung sehr genau werden, so kann man diese nach den später anzugebenden Methoden besonders bestimmen.

a. Wasserextract des Muskelfleisches.

Dadurch erhalten, dass menschliche Muskeln, so sorgfältig als möglich von allem Zellgewebe gereinigt, zerhackt und mit lauwarmem destillirtem Wasser digerirt werden. Die abfiltrirte Flüssigkeit wird durch Abdampfen concentrirt, wobei sich viel Eiweiss abscheidet, dann mehrere Minuten gekocht, um alles Eiweiss zu entfernen (da die Flüssigkeit schwach sauer reagirte, so war keine Neutralisation derselben mit Essigsäure nöthig, um durch Kochen alles Eiweiss in den geronnenen Zustand zu versetzen); das gerinnende Eiweiss hatte alle Blutkörperchen mit eingeschlossen und die vom Eiweiss abfiltrirte Flüssigkeit war vollkommen davon befreit, wie die mikroskopische Untersuchung derselben zeigte. Sie wurde nun zur Trockne verdampft und mit Alkohol von 830 erschöft. Der in Alkohol unlösliche Rückstand bildet das Wasserextract.

Es hatte eine schwach gelbliche Farbe, liess sich leicht pulvern, zog keine oder nur wenig Feuchtigkeit aus der Luft an; unter dem Mikroskop erschien es amorph und zeigte einzelne Krystalle von Kochsalz und von Salmiak.

Eine sehr concentrirte wässerige Lösung desselben verhielt sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Durch Schwefelsäure im Minimum entsteht ein zarter weisser Niederschlag, der durch einen Ueberschuss von Säure sogleich wieder verschwindet.

Salzsäure bewirkt ganz dasselbe.

Durch Salpetersäure ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zarte feinkörnige farblose Massen bildet; er wird durch einen Ueberschuss von Säure nicht wieder aufgelöst.

b Phosphorsäure, Essigsäure, Oxalsäure und Weinsteinsäure bewirken im Minimum einen zarten weissen Niederschlag, der durch einen Ueberschuss von Säure wieder verschwindet.

Kaustisches Kali, kaustisches Ammoniak, kohlensaures Kali bewirken weder im Minimum noch in grösserer Menge einen Niederschlag.

Durch Kalkwasser eine Spur von Trübung.

Durch Aether kein Niederschlag.

Durch Alkohol ein reichlicher weisser gelatinöser Niederschlag, der sich aber erst nach einiger Zeit bildet.

Durch wässerige Jodlösung ein reichlicher gelblichweisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorphe gelbliche, meist wurstförmige Massen bildet.

Durch *Infus. Gallarum* ein sehr reichlicher weissgelber Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorphe Massen von unbestimmter Form und gelber Farbe darstellt.

Durch Chlorcalcium ein weisser Niederschlag.

Durch Chlorbaryum Spuren eines weissen Niederschlags.

Durch salpetersaures Silber ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop amorph-membranöse Parthien, farblos, mit braunen Körnchen von Chlorsilber bedeckt.

Durch Platinchlorid ein sehr reichlicher weisser gallertartiger Niederschlag, der unter dem Mikroskop farblose, körnig-amorphe, meist wurstförmige Massen darstellt.

Durch neutrales essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop vollkommen farblos, faltig-membranöse Massen darstellend.

Durch basisch-essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop ganz wie der vorhergehende.

Durch Kaliumeisencynür in der ursprünglichen Flüssigkeit kein Niederschlag, in der mit Essigsäure übersäuerten ein Niederschlag, zarte, amorph-feinkörnige farblose Massen bildend.

Durch Kaliumeisencyanid in der ursprünglichen Flüssigkeit kein Niederschlag, in der mit Essigsäure übersäuerten ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige, zum Theil wurstförmige Massen von gelber Farbe bildet.

Durch Eisenchlorid ein weisser Niederschlag, der sich aber erst nach einiger Zeit bildet. Unter dem Mikroskop stellt er feinkörnig-amorphe, farblose Massen dar.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe, farblose Massen.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph, farblos.

Durch Alaun ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop sehr zarte, feinkörnige, farblose Massen bildend.

Durch Quecksilberchlorid ein weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop sehr zarte, feinkörnige, farblose Massen.

Durch salpersaures Quecksilberoxydul ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop intensiv braungefärbte, amorph-körnige wurstförmige Massen bildet (zum Theil Quecksilberchlorür).

Durch Zinnchlorür eine weisse Trübung.

Durch einfach chromsaures Kali kein Niederschlag.

Man sieht hieraus, dass der Wasserextract des Muskelfleisches fast mit allen gewöhnlich angewandten Reagentien Niederschläge bildet, daher ist seine Trennung von anderen Stoffen durch Ausfällung mittelst Reagentien sehr schwierig oder kaum möglich.

Einer von den im Wasserextract enthaltenen Stoffen ist der

10. Speichelstoff, *Ptyalin* (nach Berzelius),
(chemische Formel fehlt)

den wir deshalb hier namentlich aufführen wollen, weil er in neuerer Zeit in Analysen sehr häufig genannt wird, ohne dass man jedoch immer die Gründe angegeben findet, welche berechtigen, den aufgefundenen Stoff mit Bestimmtheit für Speichelstoff zu erklären.

Vorkommen. Fast in allen thierischen Flüssigkeiten.

Chemisches Verhalten. Der von Berzelius aus dem Speichel dargestellte Speichelstoff ist unlöslich in Alkohol und Aether, löslich in Wasser und wird aus seiner wässerigen Lösung weder durch Säuren und Alkalien, noch durch Metallsalze gefällt. Weder Galläpfelinfusum, noch Quecksilberchlorid und basisch essigsaures Bleioxyd bewirken in seiner Lösung einen Niederschlag.

Seine Erkennung und Bestimmung bei der Analyse ist daher in den meisten Fällen, ausser im Speichel, wo er gewöhnlich mit keinem anderen Wasserextract gemischt ist, sehr schwierig.

b. Alkoholextract des Muskelfleisches.

Auf die beim Wasserextract beschriebene Weise durch Abdampfen der alkoholischen Lösung erhalten.

Physikalische Eigenschaften. Zur Trockne abgedampft, bildet es eine gelbliche Masse, unter dem Mikroskop vollkommen amorph, ohne alle Spur von Krystallen. Es zieht sehr leicht Feuchtigkeit aus der Luft an und zerfliesst nach einiger Zeit zu einer syrupartigen Masse.

Die concentrirte alkoholische Lösung verhält sich gegen nachstehende Reagentien, welche für sich mit Alkohol keine Niederschläge geben, folgendermaassen:

Säuren bewirken keinen Niederschlag, eben sowenig kaustische Alkalien und kohlensaures Kali.

Durch wässerige Jodlösung kein Niederschlag.

Ebensowenig durch Gallustinctur.

Durch Chlorcalcium kein Niederschlag.

Durch Chlorbaryum ein zarter weisser Niederschlag.

Durch neutrales essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe farblose Massen darstellt.

Durch basisch-essigsaures Blei ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnig-membranös, von brauner Farbe.

Durch salpetersaures Silber ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop membranös-amorph, fast farblos, mit schwachem Stich ins Bräunliche.

Durch Kaliumeisencyanid kein Niederschlag, auch nicht in der mit Essigsäure angesäuerten Flüssigkeit.

Durch Eisenchlorid kein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Kupfer kein Niederschlag.

Durch Alaun kein Niederschlag.

Durch Quecksilberchlorid kein Niederschlag.

Identisch mit dem Alkoholextract überhaupt, namentlich aber dem des Muskelfleisches, ist das sogenannte Osmazom, ein Name, der in Analysen sehr häufig vorkommt, aber deswegen unpassend ist, weil er, wie Berzelius nachgewiesen hat, nicht einen einzigen genau charakterisirten thierischen Grundstoff, sondern ein Gemenge von mehreren von einander verschiedenen Stoffen bezeichnet.

So lange die einzelnen extractartigen Materien nicht genauer bekannt, und die Methoden, sie bei Analysen qualitativ zu erkennen und quantitativ abzuscheiden, nicht genauer festgestellt sind, wird es immer vorzuziehen sein, sich bei Analysen nur an die beiden angegebenen Abtheilungen „Wasserextract“ und „Alkoholextrat“ zu halten und diese quantitativ zu bestimmen. Eine solche Analyse wird später, wenn man diese Stoffe genauer zu trennen gelernt haben wird, zwar lückenhaft, aber immer noch brauchbar sein, während die Angaben, man habe Speichelstoff, Osmazom und dergl. gefunden, ohne genaue Angabe der bestimmenden Gründe, nur dazu dienen, eine solche Analyse später verdächtig zu machen.

Wir haben hier das Extract des Muskelfleisches angeführt, um ein Beispiel zu geben, wie man bei Bestimmung der extractartigen Stoffe überhaupt zu verfahren habe. Wie jenen, so bestimmt man auch den Extract anderer festen Körpertheile und Flüssigkeiten, indem man alle bekannten, zu den übrigen Gruppen gehörigen Stoffe, so gut es geht, abscheidet, dann das Uebrigbleibende in Wasserextract und Alkoholextract trennt.

Wir reihen an die extractartigen Materien noch einige andere Stoffe an, die einstweilen hier stehen mögen, bis ihre Stelle im System näher bezeichnet sein wird.

11. Eiterstoff, *Pyin.*

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. Das Pyin findet sich nur im Eiter und im Auswurf, aber auch hier wie es scheint sehr selten.

Ich habe in einer grossen Anzahl von Eiter und Auswurf verschiedener Individuen, die ich untersuchte, nie Pyin gefunden, begnüge mich daher, die Eigenschaften dieses Stoffes so anzugeben, wie Güterbock, der Entdecker desselben[1] und Simon[2] sie beschreiben.

Das Pyin löst sich in Wasser und verdünntem Alkohol, es ist unlöslich in Alkohol von 830 spec. Gew.

Seine wässerige Lösung verhält sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Durch verdünnte Schwefelsäure entsteht eine geringe Trübung, die sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels nicht wieder löst.

Durch Salzsäure im Minimum ein Niederschlag, der sich in einem Ueberschusse der Säure leicht löst.

Durch Essigsäure eine Trübung, die sich im Ueberschusse

1 Güterbock *Dissert. de pure et granulatione. Berolini* 1837.

2 Medicinische Chemie. 1ster Bd. Berlin 1840. S. 123 ff.

der Säure nicht wieder löst, aber durch einige Tropfen Salzsäure sogleich wieder verschwindet.

Durch Quecksilberchlorid eine weisse Trübung, die sich in Essigsäure nicht wieder löst.

Durch basisch essigsaures Blei ein weisser Niederschlag.

Durch neutrales essigsaures Blei ein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Kupfer ein hellgrüner Niederschlag.

Durch Kaliumeisencyanür kein Niederschlag.

Durch Alaun ein reichlicher weisser Niederschlag, der sich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels nicht wieder auflöst.

Durch Gallustinctur ein starker Niederschlag von gelblicher Farbe.

Durch Alkohol ein Niederschlag, wenn die Lösung nicht zu verdünnt ist; der Niederschlag wird durch Wasser wieder gelöst. Durch verdünnten Alkohol erfolgt kein Niederschlag.

Bestimmung des Pyin bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man es an seiner Fällbarkeit durch Essigsäure, und daran, dass der Niederschlag durch einen Ueberschuss von Essigsäure nicht wieder aufgelöst wird, dann durch sein Verhalten gegen Alaun. — Mit den festen Proteinverbindungen, Hornsubstanz und Chitin kann es nicht verwechselt werden, vom flüssigen Eiweiss, Käsestoff und Pepsin unterscheidet es sich durch sein Verhalten gegen Essigsäure, von der das Eiweiss nicht gefällt wird, während die in Käsestoff- und Pepsinlösungen durch diese Säure bewirkten Niederschläge durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder aufgelöst werden. Von den Leimarten unterscheidet es sich durch den Mangel der Eigenschaft, eine Gallerte zu bilden, überdies von der Colla dadurch, dass diese durch Alaun nicht gefällt wird, vom Chondrin und dem Leim des elastischen Gewebes durch die Unlöslichkeit des durch Essigsäure im Pyin bewirkten Niederschlags bei Zusatz von mehr Säure; ebendadurch auch vom

Wasserextract des Muskelfleisches; vom Alkoholextract desselben durch seine Unlöslichkeit in Alkohol.

Bei quantitativen Analysen lässt es sich von den festen Proteinverbindungen, vom Horngewebe und Chitin sehr leicht trennen durch seine Auflöslichkeit im Wasser; vom flüssigen Eiweiss trennt man es ebenso, indem man dieses durch Kochen abscheidet. Vom flüssigen Käsestoff (wenn dieser nicht in so grosser Menge vorhanden ist, dass er durch Laab coagulirt werden kann), vom Pepsin und dem Wasserextract kann man es dadurch trennen, dass man es durch einen Ueberschuss von Essigsäure fällt; seine quantitative Bestimmung kann aber dadurch nur annäherungsweise bewirkt werden. Vom Alkoholextract trennt man es leicht durch Fällen mit starkem Alkohol.

12. Schleim, *Mucus.*

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. Der Schleim findet sich in den Absonderungsproducten aller Schleimhäute des menschlichen und thierischen Körpers, ist hier aber immer mit festen Theilen (Epithelialzellen, Eiterkörperchen) gemengt; am reinsten und meist frei von diesen Beimengungen erscheint er im Uterus.

Physikalische Eigenschaften. Der Schleim erscheint in seinem im Wasser aufgequollenen Zustande als eine farblose, durchsichtige, halbflüssige, aber zusammenhängende, fadenziehende Masse. Durch Eintrocknen verschwindet diese Eigenschaft, kommt aber wieder zum Vorschein, sobald man den trockenen Schleim wieder mit Wasser zusammenbringt.

Unter dem Mikroskop erscheint der Schleim als eine vollkommen amorphe, farblose, durchsichtige Masse. Seine Niederschläge durch Reagentien haben das Eigenthümliche, dass sie unter dem Mikroskop vollkommen amorphe, meist fadige oder faserige Massen ohne alle Spur von Körnchen bilden.

Chemisches Verhalten. Alle Schleimarten theilen die Eigenschaft, dass sie sich im Wasser nicht auflösen, sondern mit demselben eine schleimige, fadenziehende, farblose, halb-

flüssige Masse bilden, welche nicht durch das Filtrum geht. Nimmt man sehr viel Wasser bei wenig Schleim; so geht zwar etwas Schleim als schleimige, fadenziehende Masse durch das Filtrum, wenn dieses weite Poren hat, aber dieses verstopft sich bald und die Colatur enthält auch in diesem Falle nach tagelangem Filtriren nur Spuren von Schleim.

Der Schleim von verschiedenen Schleimhäuten zeigt gegen Reagentien ein etwas abweichendes Verhalten. Die folgenden Reactionen gelten von dem Schleim des Auswurfs, also von dem Schleim, welchen die Schleimhäute der Lungen, der Trachea, der Mundhöhle und inneren Nase absondern, da dieser für anthropochemische Untersuchungen bei weitem die grösste Wichtigkeit hat.

Durch Schwefelsäure und Salzsäure wird der in Wasser aufgequollene Schleim nicht coagulirt.

Ebensowenig durch Salpetersäure.

Durch Essigsäure wird der Schleim vollständig coagulirt, d. h. er verliert die Eigenschaft, mit Wasser eine schleimige, halbflüssige Masse zu bilden. Unter dem Mikroskop stellt das Coagulum amorphe, in kleineren Parthien fadige oder faserige, vollkommen farblose Massen dar.

Durch Oxalsäure und Weinsteinsäure eine Gerinnung, die sich ganz so verhält, wie die durch Essigsäure.

Durch kaustisches Kali wird der Schleim vollständig zu einer wasserhellen Flüssigkeit aufgelöst, welche sich nun leicht filtriren lässt.

Kaustisches Ammoniak wirkt ebenso, nur langsamer.

Durch viel Aether erfolgt eine vollständige Gerinnung; das Coagulum erscheint unter dem Mikroskop amorph, farblos.

Durch Alkohol eine vollständige Gerinnung, unter dem Mikroskop amorph-faserige, farblose Massen.

Durch wässerige Jodlösung eine theilweise, doch nicht vollständige Gerinnung.

Durch *Infus. Gallarum* vollständige Gerinnung; das Coagulum bildet unter dem Mikroskop amorphe Massen von gelblicher Farbe.

Durch Chlorcalcium und Chlorbaryum keine Veränderung.

Durch salpetersaures Silber eine vollständige Gerinnung; unter dem Mikroskop faserig-amorphe Massen von bräunlicher Farbe.

Durch neutrales essigsaures Blei eine unvollkommene Gerinnung.

Durch basisch-essigsaures Blei vollständige Gerinnung (unter dem Mikroskop amorph-faserige Massen); sie wird jedoch durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder aufgelöst.

Durch Kaliumeisencyanür, -cyanid und Eisenchlorid keine Veränderung.

Durch schwefelsaures Eisenoxydul Gerinnung, unter dem Mikroskop faserig-amorphe Massen.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd keine Veränderung.

Durch Alaun keine Veränderung.

Durch Quecksilberchlorid vollständige Gerinnung; unter dem Mikroskop vollkommen amorphe, farblose Massen.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul vollständige Gerinnung; unter dem Mikroskop theils braune (Quecksilberchlorür), theils farblose, faserig-amorphe Massen.

Durch Zinnchlorür keine Veränderung.

Durch chromsaures Kali keine Gerinnung.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Schleim sehr leicht an seiner Eigenschaft, im gewöhnlichen wasserhaltigen Zustande eine halbflüssige, fadenziehende Masse zu bilden, die durch Alkalien zu einer hellen Flüssigkeit aufgelöst, durch Essigsäure aber coagulirt wird.

Schwieriger ist seine Trennung bei quantitativen Analysen. Der Schleim ist nämlich fast immer mit Epithelialtheilen oder Eiterkörperchen gemengt, die sich auf keine Weise vollkommen von ihm abscheiden lassen. Aber auch seine Trennung von den übrigen in Wasser löslichen Stoffen ist nicht leicht, da sich schleimhaltige Flüssigkeiten nicht filtriren lassen. Am besten verfährt man folgendermaassen: die schleimhaltige

Flüssigkeit wird durch concentrirte Essigsäure coagulirt und mit verdünnter Essigsäure im Ueberschuss ausgezogen: diese löst flüssiges Eiweiss, Käsestoff, Pepsin (wenigstens grösstentheils), Wasserextract und Alkoholextract. Der durch Essigsäure coagulirte Schleim kann nun durch Filtriren von den aufgelösten Stoffen getrennt werden. Der Rückstand kann ausser Schleim auch noch Pyin enthalten, welches vielleicht (bestimmte Erfahrungen hierüber fehlen mir) durch verdünnte Salzsäure ausgezogen werden kann. Der Rückstand wird getrocknet und mit Alkohol oder Aether ausgekocht, um ihn vom Fett zu befreien. Der so gewonnene Schleim enthält aber fast immer noch Epithelialzellen oder Kerne von Eiterkörperchen (ihre Hüllen werden durch Essigsäure grösstentheils aufgelöst).

Vierte Gruppe.

Thierische Fette und Oele.

Die in dieser Gruppe vereinigten Stoffe bilden eine sehr bestimmt charakterisirte Familie, und lassen sich durch sehr hervorstechende Eigenschaften bei Analysen leicht erkennen. Sie enthalten keinen Stickstoff, sind bei gewöhnlicher Temperatur meist fest, einige jedoch auch flüssig; alle jedoch werden durch die Wärme verflüssigt und der Temperaturgrad, bei welchem die einzelnen Fette schmelzen, bildet eines der unterscheidenden Merkmale zwischen den einzelnen Gliedern dieser Gruppe. Die Fette lösen sich weder in kaltem noch in heissem Wasser; in letzterem schmelzen sie, ohne sich jedoch mit demselben zu mischen. Doch können wässerige Flüssigkeiten, namentlich wenn sie dicklich, schleimig sind, eine geringe Menge Fett in sich enthalten, welches nicht eigentlich chemisch aufgelöst, sondern mehr mechanisch zertheilt, in Emulsionsform, in der Flüssigkeit suspendirt ist. Häufig sieht man in solchen Fällen die Fetttröpfchen und Fettkörnchen mit Hilfe des Mikroskopes. Dagegen lösen sich die Fette in kochendem Aether und Alkohol, die meisten auch in kaltem Aether, einige schon in kaltem

Alkohol. Die aetherischen und alkoholischen Lösungen der Fette werden durch aetherisch-alkoholische Lösungen von Metallsalzen und durch Gerbesäure nicht gefällt. Durch Wasser wird das Fett aus seiner Lösung in Alkohol und Aether ausgeschieden, wobei der Niederschlag, wenn man viel Wasser zugesetzt hat, nicht zu Boden fällt, sondern oben auf schwimmt, da die Fette specifisch leichter sind als Wasser. Auch die flüssigen Glieder dieser Gruppe (Oele), die fetten sowohl als die flüchtigen, lösen die festen Fette sehr leicht auf, und zwar fast in jedem Verhältniss. Durch Aufnahme einer gewissen Menge festen Fettes verliert das bei gewöhnlicher Temperatur noch flüssige Oel diese seine Eigenschaft und geht bei der geringsten Temperaturerniedrigung gleichfalls in den festen Zustand über. Durch längere Einwirkung starker Säuren werden die Fette verändert und zum Theil in Fettsäuren (s. d. Anhang zu dieser Gruppe) umgewandelt. Durch lange fortgesetztes Kochen mit kaustischen Alkalien und alkalischen Erden werden die meisten Fette gleichfalls in Fettsäuren umgewandelt und diese verbinden sich mit den Alkalien zu Seifen, die in geringer Menge im Wasser löslich sind.

Mehrere Fette krystallisiren: alle sind brennbar und verbrennen mit stark leuchtender russender Flamme, die meisten, wenn sie rein sind, ohne einen Rückstand zu hinterlassen.

Bestimmung der Fettarten bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die Fette sehr leicht 1. an ihren physikalischen Eigenschaften. Sind die Fette nicht mit anderen Stoffen innig gemischt, indem sie dieselben innig durchdringen, bilden sie vielmehr concrete Theile für sich, wie es sehr häufig der Fall ist, so erkennt man sie schon in der geringsten Menge unter dem Mikroskop. Es sind dies entweder, wenn das Fett bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, vollkommen runde Tropfen, die im Wasser schwimmen, ohne sich mit demselben zu mischen, und das Licht stark brechen, oder es sind, wenn das Fett ein festes, amorphe, farblose, meist war-

zige Massen, oder auch eigenthümliche Krystalle (s. d. einzelnen Fettarten).

2. An ihren chemischen Eigenschaften: daran, dass die Fette nicht in Wasser löslich sind; wenn sie flüssig sind, sich nicht mit demselben mischen, sondern als klare Tropfen oben auf schwimmen, wenn sie fest sind, sich durch Erwärmen verflüssigen und dann gleichfalls auf dem Wasser schwimmen, ohne sich mit demselben zu mischen; dass sie dagegen löslich sind in kochendem Aether oder Alkohol und sich daraus entweder beim Erkalten der Flüssigkeit absetzen, oder wenn dies nicht geschieht, wenn sie in diesen Flüssigkeiten auch in der Kälte löslich sind, doch beim Zusatz von viel Wasser ausgeschieden werden, und zwar dann nicht zu Boden fallen, sondern oben auf schwimmen; dass ferner die durch Erwärmen geschmolzenen festen Fette beim Erkalten wieder erstarren. Ebenso wie in heissem Alkohol und Aether, ja noch viel leichter lösen sich die Fette in allen Fetten und flüchtigen Oelen. Sehr charakteristisch ist ferner für sie die Eigenschaft, dass sie im flüssigen Zustand, seien sie nun ursprünglich flüssig oder erst durch Erwärmen geschmolzen, auf Papier Flecke machen (Fettflecke), welche beim Trocknen nicht verschwinden, aber durch Aether oder kochenden Alkohol ausgezogen werden können.

Bei quantitativen Analysen sind die Fette gleichfalls leicht abzuscheiden. Man kocht die fetthaltige Substanz (natürlich muss diese vorher vollkommen getrocknet und so viel als möglich zerkleinert sein) mit absolutem Alkohol oder Aether aus, und wiederholt dies so lange, bis reiner Aether oder Alkohol, mit der Substanz gekocht Nichts mehr aufnimmt, was man daran erkennt, dass eine kleine Portion der Flüssigkeit, in einem Uhrgläschen verdampft, keinen Rückstand hinterlässt. Die aetherische oder alkoholische Lösung wird noch heiss filtrirt: das Filtrat, wenn es anders concentrirt war, lässt beim Erkalten einen Theil des aufgelösten Fettes fallen. Dieser wird durch Filtriren von der Flüssigkeit getrennt; letztere destillirt man in einer Retorte bis auf ein Dritttheil ihres Volumens ab,

um einen Theil des Alkohols oder Aethers wieder zu gewinnen (was natürlich im Wasserbade geschehen muss); die noch übrige Flüssigkeit bringt man nebst dem ausgeschiedenen Fett in eine tarirte Porcellanschale, und erhitzt sie auf dem Wasserbade so lange, bis sich aller Weingeist oder Aether verflüchtigt hat (man erkennt dies daran, dass der Rückstand geruchlos ist, nicht mehr nach Aether oder Weingeist riecht). Das so gewonnene Fett kann noch durch Osmazom (Alkoholextract) u. dgl. verunreinigt sein: man entfernt diese Beimengungen durch Ausziehen mittelst lauwarmen Wassers. Das gereinigte Fett wird auf dem Wasserbade erhitzt, um alles Wasser zu entfernen, dann gewogen.

Hat man mit grossen Massen zu thun, enthält die Substanz sehr viel Fett, und braucht die Untersuchung nicht vollkommen genau zu werden, d. h. kommt Nichts darauf an, wenn man sich bei der Angabe des Fettgehaltes auch um ein oder einige Milligrammes irrt, so kann man das Fett auf eine weniger umständliche Weise trennen, durch Ausschmelzen. Man zerkleinert zu diesem Zwecke die fetthaltige Substanz, nachdem man sie im frischen, wasserhaltigen Zustande gewogen hat, wäscht sie mit destillirtem Wasser aus, um die in kaltem Wasser löslichen Stoffe, namentlich das flüssige Eiweiss zu entfernen; dieses würde beim Kochen gerinnen und in diesem Zustande einen Theil des Fettes mit Hartnäckigkeit zurückhalten. Die so gereinigte Substanz wird mit einer ziemlichen Menge destillirten Wassers einige Stunden lang gekocht; dadurch wird das Fett verflüssigt, begiebt sich wegen seiner geringeren Schwere auf die Oberfläche des Wassers, wo man es entweder abschöpfen oder noch besser nach dem Erkalten als erstarrte Kruste wegnehmen kann. Das so gewonnene Fett wird nochmals mit Wasser ausgezogen, um alle in diesem lösliche Beimengungen, extractartige Materien u. dgl. zu entfernen, erhitzt, um das Wasser wegzubringen, dann gewogen. Diese Methode ist weniger umständlich als die erste, ist aber nicht anwendbar, wenn das Fett zum Theil aus solchen Fettarten besteht,

welche bei der Temperatnr des kochenden Wassers noch nicht schmelzen, wie das Cholesterin. Sie giebt überdies kein so genaues Resultat, als jene, kann aber durch eine Verbindung mit ihr vollkommen genau gemacht werden, wenn man den nach Ausschmelzung des Fettes bleibenden, im Wasser unlöslichen Rückstand noch mit Alkohol oder Aether auskocht, und das dadurch Gewonnene dem ausgeschmolzenen Fette hinzufügt. —

Die thierischen Fette zerfallen in zwei natürliche Unterabtheilungen.

A. Phosphorfreie Fette,

dadurch charakterisirt, dass sie keinen Phosphor enthalten und bei der Analyse daran kenntlich, dass, wenn sie verbrannt und ihre Kohle durch Salpetersäure eingeäschert worden ist, ihre Asche, mit destillirtem Wasser befeuchtet, nicht sauer reagirt, und man aus ihr durch Behandlung mit destillirtem Wasser keine Phosphorsäure ausziehen kann, welche auf die später anzuführende Weise (s. Bestimmung der Phosphorsäure) erkannt werden kann.

Zu dieser Abtheilung gehören die am häufigsten vorkommenden thierischen Fette.

13. Oelfett; Elain; Olein.

($C_{146}\ H_{282}\ O_{17}$ (?) oder $C_{10}\ H_{18}\ O$ [$C_{170}\ H_{306}\ O_{17}$])

Vorkommen. Das Elain findet sich fast in allen Körpertheilen, namentlich im Fett des Zellgewebes, dessen Hauptbestandtheil es bildet, aber auch in thierischen Flüssigkeiten, im Chylus, im Blute u. s. w.

Physikalische Eigenschaften. Das reine Elain stellt ein farbloses Oel dar, welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist und erst bei — 4° erstarrt. In grösseren Parthien erscheint es unter dem Mikroskop als eine farblose Flüssigkeit, die sich mit Wasser nicht mischt; fein in Wasser oder wässerigen Flüssigkeiten zertheilt, bildet es vollkommen durchsichtige, farblose Tropfen von allen Grössen, die das Licht stark bre-

chen, und sich nicht im Wasser, wohl aber in kaltem Alkohol oder Aether auflösen, d. h. zu grösseren unregelmässigen Tropfen zusammenfliessen, oder auch ganz verschwinden (S. T. III. Fig. 1). In dieser Form kommt es bei zoochemischen Untersuchungen am häufigsten vor. Ist das Elain nicht rein, sondern mit einer gewissen Menge fester Fette (Margarin, Stearin, Serolin, Cholesterin) gemischt, so ist es bei gewöhnlicher Temperatur nicht mehr flüssig, sondern starr; es bildet dann unter dem Mikroskop amorphe, farblose Massen, bald warzig und unregelmässig, wenn in grösseren Pathien, bald runde oder wenigstens rundliche Massen oder Körnchen bildend, wenn die Fette in sehr fein zertheiltem Zustande vorkommen. Man unterscheidet unter dem Mikroskop sehr leicht diese festen Fettmassen von den flüssigen Tropfen des reinen Elain; jene sind nicht durchsichtig, kaum durchscheinend, brechen das Licht nicht, oder nur wenig, werfen bei passender Beleuchtung einen deutlichen Schatten und lassen sich durch Druck entweder in einzelne Stücke zerbrechen oder wenigstens breit quetschen, was bei den Oeltropfen nicht der Fall ist.

Chemisches Verhalten. Das Elain löst sich nicht in Wasser, es schwimmt auf demselben, ohne sich mit ihm zu mischen. Es löst sich sehr leicht in kochendem Alkohol und Aether — 100 Theile kochender Alkohol lösen 123 Theile Elain —, beim Erkalten der concentrirten heissen Lösung des Elain in diesen Flüssigkeiten scheidet sich etwas Elain in farblosen Tropfen ab, doch vermag auch kalter Alkohol, selbst Alkohol von 830 sp. G., noch mehr aber kalter Aether eine ziemliche Menge Elain aufzulösen. Durch Zusatz von Wasser wird das Elain aus seiner aetherischen und alkoholischen Lösung gefällt.

Es wird nicht gefällt durch weingeistige Lösungen von Metallsalzen und Gallustinctur.

Mit Kalilauge längere Zeit gekocht, bildet das Elain eine schmierige, halbflüssige Seife, welche sich im heissem Wasser in ziemlicher Menge und in heissem Alkohol, ja selbst in heis-

sem Spiritus, fast in allen Verhältnissen löst, aber auch in kaltem Alkohol ziemlich löslich ist; es geht dabei in Elainsäure (s. diese) über.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man das Elain sehr leicht an den, den Fetten überhaupt zukommenden Eigenschaften und an dem, das Elain von anderen Fetten unterscheidenden Merkmal, bei gewöhnlicher Temperatur flüssig zu bleiben. Man erkennt noch die geringsten Spuren von Elain unter dem Mikroskope an den oben angegebenen physikalischen Eigenschaften, d. h. an seiner Eigenthümlichkeit, farblose, das Licht stark brechende Tropfen von allen Grössen zu bilden, welche sich nicht in Wasser, wohl aber in Alkohol oder Aether auflösen. Zu diesem Zweck bringt man entweder die Flüssigkeit unmittelbar unter das Mikroskop; sie zeigt aber nur dann Elaintropfen, wenn dieses Fett nicht in ihr aufgelöst oder mit festen Theilen verbunden, sondern in ihr mechanisch-suspendirt ist. Daher ist es sicherer, die getrocknete Substanz mit Alkohol oder Aether auszukochen, von dieser Flüssigkeit einen Tropfen unter das Mikroskop zu bringen und etwas Wasser zuzusetzen: ist auch nur eine Spur von Elain zugegen, so erkennt man diese an den eigenthümlichen, bereits beschriebenen Oeltröpfchen. Man erkennt zugleich, ob das Elain rein, oder mit einer bedeutenden Menge fester Fette verbunden ist; in ersterem Falle sind die Tropfen vollkommen flüssig, in letzterem sind es keine flüssigen Tropfen, sondern feste Körnchen, oder rundliche Massen.

Für quantitative Analysen das Elain vollkommen rein, von allen anderen Fettarten befreit, darzustellen, ist sehr schwierig, ja kaum möglich. Man kann zwei Methoden befolgen, die aber beide nur ein annäherndes Resultat geben. Bei beiden thut man wohl, die Fette überhaupt erst auf die bei dieser Gruppe im Allgemeinen angegebene Weise, sei es nun durch Auskochen mit Aether oder Alkohol, oder durch Ausschmelzen, abzuscheiden. Das gewonnene Fett kann man entweder so lange mit kaltem Alkohol ausziehen, als dieser noch etwas auf-

nimmt. Dieser löst vorzugsweise das Elain, doch auch etwas von den übrigen Fettarten auf. Die alkoholische Lösung wird auf ein Dritttheil ihres Volumens abdestillirt, der Rückstand auf dem Wasserbade so lange erhitzt, bis aller Alkohol verflüchtigt ist und das Fett nicht mehr nach Alkohol riecht. Das so gewonnene Fett ist grösstentheils Elain, enthält aber noch immer eine geringe Menge anderer Fettarten beigemengt. Reiner erhält man das Elain auf folgende Weise: Man presst das gewonnene Fett bei niedriger Temperatur (bei 0° oder — 4°) zwischen Fliesspapier aus und wiederholt diese Operation so oft, als neues Fliesspapier noch etwas aufnimmt. Das bei dieser Temperatur noch flüssige Elain zieht sich in das Fliesspapier, während die festen Fette als unlösliche, feste Masse zurückbleiben. Das mit Elain getränkte Papier wird in Alkohol ausgekocht, dieser bis auf ein Dritttheil abdestillirt, der Rückstand durch Erhitzen verflüchtigt. Das so gewonnene Elain kann man noch mit destillirtem Wasser auswaschen, durch Erhitzen vom anhängenden Wasser befreien, dann wägen.

14. Margarin.

(Vermuthlich: *C* 76 *H* 150 *O* 12; doch ist diese Formel nur hypothetisch.)

Vorkommen. Im menschlichen Körper sehr häufig und in ziemlicher Menge, fast überall, wo Elain vorkommt, namentlich im Fett des Zellgewebes.

Physikalische Eigenschaften. In reinem oder ziemlich reinem Zustande ist das Margarin bei gewöhnlicher Temperatur fest und schmilzt erst bei einer Temperatur von c. 50°. Beim langsamen Erkalten oder auch beim langsamen Herausfallen aus alkoholischen und aetherischen Lösungen krystallisirt es. Seine Krystalle sind ausserordentlich zart, nadelförmig, gewöhnlich nur unter dem Mikroskop sichtbar: sie sind sehr charakteristisch, namentlich durch die Art, wie die Nadeln gewöhnlich gruppirt sind (T. III. Fig. 2.); selten sind es einzelne

Nadeln, gewöhnlich sind es rundliche Massen, die aus einem sternförmigen Aggregat von feinen Nadeln bestehen (*a*), bisweilen bilden diese Gruppen von Nadeln die Form einer Halbkugel oder einer unten zugerundeten Garbe (*b*), nur selten sind die Nadeln vereinzelt, oder zu 2—3 mit einander verbunden (*c*); die Krystallgruppen sind farblos, in grösseren Massen schwach bräunlich.

Chemisches Verhalten. Das Margarin löst sich nicht im Wasser, ist in kaltem Alkohol gar nicht oder nur sehr wenig, in kochendem etwas mehr löslich (100 Th. kochender Alkohol von 795 sp. G. lösen nach Chevreul 21,5 Th. Marg.); in Aether löst es sich in ziemlicher Menge. Aus den kochendheiss gesättigten Auflösungen in Alkolhol und Aether fällt beim Erkalten ein Theil des Margarin heraus und bildet zarte weisse Flocken, welche unter dem Mikroskop die beschriebenen nadelförmigen Krystallgruppen bilden.

Die aetherische und alkoholische Lösung wird durch Zusatz von Wasser getrübt, aber nicht gefällt durch weingeistigaetherische Auflösungen von Metallsalzen, durch Gerbesäure u. dgl.

Mit Kalilauge längere Zeit gekocht, bildet es eine Seife, welche Margarinsäure (s. diese) enthält.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man es wie die Fettarten überhaupt, unterscheidet es aber von allen übrigen Stoffen dieser Gruppe am leichtesten durch das eigenthümliche Aussehen seiner Krystalle unter dem Mikroskop. Man bringt etwas von dem gewonnenen Fette unter das Mikroskop; entdecktman sogleich die charakteristischen Nadelgruppen des Margarin (T. III. Fig. 2), so ist man von seiner Gegenwart hinlänglich sicher. Da aber geringe Mengen von Margarin von einer grossen Quantität Elain aufgelöst werden, so kann bei gleichzeitiger Gegenwart von Elain doch etwas Margarin vorhanden sein, ohne das es sich krystallinisch ausscheidet. Ist das Elain vollkommen flüssig, bildet es die früher beschriebenen Oeltropfen, so ist kein Margarin, oder

nur eine Spur davon zugegen; ist es aber starr, bildet es rundliche, nicht flüssige Massen, so kann mehr Margarin zugegen sein. Man kocht daher das Fett mit Alkohol oder Aether: die heiss concentrirte Lösung trübt sich beim allmählichen Erkalten und setzt weisse Flocken ab. Wenn Margarin zugegen ist, so zeigen jene Flocken unter dem Mikroskope ganz sicher die eigenthümlichen Krystallgruppen desselben; fehlen diese, so kann man von der Abwesenheit alles Margarins überzeugt sein. — Die beschriebenen Krystalle sind dem Margarin eigenthümlich; unter allen Stoffen haben nur die der Margarinsäure mit ihnen Aehnlichkeit. Diese unterscheiden sich aber durch ihr chemisches Verhalten (s. Margarinsäure).

Man kann das Margarin auch an seinen rein chemischen Kennzeichen erkennen; vom Elain unterscheidet es sich durch seine Eigenschaft, bei gewöhnlicher Temperatur fest zu bleiben und erst bei + 50° zu schmelzen. Ganz sicher ist man aber von seiner Gegenwart nur dann, wenn das zweifelhafte Fett beim Verseifen Margarinsäure liefert (s. diese). Jedenfalls ist die mikroskopische Bestimmung des Margarin viel leichter und weniger umständlich, ja selbst sicherer als die rein chemische.

Seine Trennung bei quantitativen Analysen ist schwierig und kann nur annähernd geschehen. Vom Elain trennt man es, wie bei diesem angegeben wurde, nur umgekehrt, indem man entweder die Mischung beider auf einem Filtrum mit kaltem Alkohol auswäscht, um dadurch das Elain zu entfernen, dann den Rückstand erhitzt und wägt; oder man entfernt das Elain durch Auspressen zwischen Fliesspapier bei gewöhnlicher Temperatur. Beide Methoden geben nur annähernde Resultate; daher kann man sich in manchen Fällen begnügen, wenn das Gewicht der Fette im Ganzen gefunden ist, die relative Menge des Elain und Margarin durch die mikroskopische Untersuchung abzuschätzen, ein Verfahren, das freilich ein noch weniger genaues Resultat liefert, aber sehr viel Zeit und Mühe erspart.

15. Serolin.

(Chemische Formel fehlt.)

Vorkommen. Das Serolin wurde bis jetzt nur im Blute, namentlich im Blutserum gefunden, wo es mit flüssigem Fette (Elain ?) zusammen vorkommt.

Physikalische Eigenschaften. Das durch Auskochen des getrockneten Blutserums mit Aether erhaltene, durch kalten Alkohol vom Elain befreite Serolin ist bei gewöhnlicher Temperatur fest (nach Lecanu schmilzt es erst bei + 35°), bildet unter dem Mikroskop farblose, amorphe, meist warzige Massen, ohne Spur von Krystallisation, welche vom Aether aufgelöst werden.

Chemisches Verhalten. Das Serolin ist unlöslich im Wasser, wenig löslich in kaltem, etwas leichter in heissem Alkohol, löst sich dagegen leicht in Aether. Aus der heiss gesättigten alkoholischen Lösung scheidet sich beim Erkalten der grösste Theil in weissen Flocken ab.

Durch kaustisches Kali wird es nicht verseift.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man es an den Eigenschaften der Fettarten überhaupt. Vom Elain unterscheidet es sich durch seine Eigenschaft, bei gewöhnlicher Temperatur fest zu sein, durch seine Unlöslichkeit in kaltem Alkohol, ferner dadurch, dass es mit Kalilauge nicht verseift werden kann. Vom Margarin unterscheidet es sich durch sein Vorkommen (es wurde bis jetzt nur im Blute gefunden), ferner durch sein Aussehen unter dem Mikroskop (es wurde bis jetzt noch nicht krystallinisch erhalten), und durch den Mangel der Eigenschaft, durch Kalilauge verseift zu werden.

Bei quantitativen Analysen erhält man es in dem heissen aetherischen Auszuge des getrockneten Blutes oder Blutserums mit Elain gemischt. Dieses kann durch Behandlung mit kaltem Alkohol von ihm getrennt werden. Mit anderen Fetten kommt es wahrscheinlich nicht gemengt vor: seine Trennung von ihnen wäre schwierig und müsste durch Behandeln mit Kalilauge geschehen.

16. Stearin, Talgfett.

(*C* 146 *H* 286 *O* 17 nach Liebig und Pelouze.)

Vorkommen. Das Stearin findet sich im menschlichen Körper sehr wahrscheinlich gar nicht, dagegen kommt es in grosser Menge im Hammeltalg und dem Talg anderer Thiere vor.

Physikalische Eigenschaften. Das Stearin ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, stellt eine weisse, etwas durchscheinende, nicht krystallinische Masse dar (ich konnte bei verschiedenen Versuchen, es rein darzustellen, nie auch nur mikroskopische Krystalle erhalten). Es schmilzt bei ungefähr $+ 60^0$.

Chemisches Verhalten. Es ist unlöslich in Wasser, fast unlöslich in kaltem und sehr wenig löslich in heissem Alkohol, leicht löslich in kochendem Aether: aus der heiss gesättigten aetherischen und alkoholischen Lösung fällt beim Erkalten ein Theil des gelösten Stearin in weissen Flocken heraus. Es löst sich in fetten und aetherischen Oelen. Durch Kali wird es verseift und liefert Stearinsäure.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen unterscheidet man es von den zu anderen Gruppen gehörigen Stoffen wie die Fette überhaupt: vom Elain unterscheidet es sich, wie das Margarin, durch seine Eigenschaft, bei gewöhnlicher Temperatur eine starre Masse zu bilden; vom Margarin dadurch, dass die aus heiss gesättigten alkoholischen oder aetherischen Lösungen beim Erkalten sich abscheidenden Flocken nicht die eigenthümlichen Krystalle des Margarin zeigen; vom Serolin unterscheidet es sich dadurch, dass es beim Verseifen mit Kali Stearinsäure liefert, welche man an ihrer eigenthümlichen Krystallform leicht erkennt (s. diese).

Schwieriger ist seine Trennung und Abscheidung bei quantitativen Analysen: man trennt es vom Elain, wie das Margarin, durch Ausziehen des ersteren mit kaltem Alkohol oder durch wiederholtes Auspressen; vom Margarin kann es durch kein Mittel vollkommen getrennt werden. Vom Serolin kann man es durch anhaltendes Kochen mit Kalilauge trennen, wobei das Stearin in Stearinsäure umgewandelt wird, welche sich in heissem verdünnten Alkohol (gewöhnlichem Spiritus) sehr leicht löst, während das unverseifte Serolin unverändert zurückbleibt.

17. Butyrin, Butterfett.

(Vielleicht: *C* 20 *H* 40 *O* 12; doch ist diese Formel blos hypothetisch.)

Vorkommen. Am reichlichsten in der Butter der Kuhmilch, in geringer Menge in der menschlichen Milch, in den Absonderungen mancher Drüsen; pathologisch in den Balggeschwülsten (Hygrom, Atherom).

Physikalische Eigenschaften. Das Butyrin stellt ein farbloses Fett dar; welches bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, aber beim Gefrierpunct des Wassers erstarrt. Mit Wasser gemischt zeigt es unter dem Mikroskop ganz dieselben Oeltropfen, wie das Elain.

Chemisches Verhalten. Das Butyrin zeigt alle chemischen Eigenschaften der Fette überhaupt, es ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Aether, selbst schon bei gewöhnlicher Temperatur, wird aus diesen Lösungen nicht durch Metallsalze, wohl aber durch Wasser gefällt.

Mit Kali verseift es sich und bildet Buttersäure (s. diese).

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man das Butyrin wie die Fette überhaupt; von allen übrigen Fetten unterscheidet es sich dadurch, dass es beim Verseifen die sehr charakteristische flüchtige Buttersäure liefert (s. diese), vom Margarin, Serolin und Stearin überdies noch durch seine Löslichkeit in kaltem Alkohol.

Bei quantitativen Analysen lässt es sich vom Margarin, Serolin und Stearin leicht durch seine Löslichkeit in kaltem Alkohol trennen, seine Trennung vom Elain ist schwierig; sie kann nur annähernd geschehen durch Behandeln mit absolutem Alkohol bei einer Temperatur von 15—20°, in welchem sich das Butyrin leichter löst als das Elain.

18. Cholestearin, Cholesterin, Gallenfett.

(*C* 37 *H* 64 *O* 1.)

Vorkommen. Das Cholestearin findet sich im menschlichen Körper sehr häufig; normal: im Gehirn und Rückenmark, im Blute, in der Galle, im Meconium, in der *Vernix caseosa*; pathologisch: in den Gallensteinen, in den meisten Balggeschwülsten (Atherom, Hygrom), in den atheromatösen Ablagerungen zwischen der inneren und mittleren Haut der Aorta, in der Flüssigkeit der Hydrocele (in den bisher genannten pathologischen Fällen sind seine Krystalle besonders deutlich), in mehreren anderen Geschwülsten und pathologischen Neubildungen.

Physikalische Eigenschaften. Das Cholestearin ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, ist krystallisirbar; seine (meist mikroskopischen) Krystalle bilden farblose rhomboedrische Tafeln, deren Winkel (nach meinen Messungen) 103° und 77° betragen (s. T. III. Fig. 3). Es schmilzt erst bei + 137°.

Chemisches Verhalten. In Wasser ist es, wie alle Fette unlöslich, sehr wenig löslich in kaltem, leichter in kochendem Alkohol (kochender Alkohol von 840 sp. G. löst in 100 Th. 11 Th. Cholestearin); es löst sich in kaltem, sehr leicht in kochendem Aether (2 Th. koch. Aeth. lösen 1 Th. Cholest.). In fetten und flüchtigen Oelen ist es wenig löslich. Durch Kochen mit Kalilauge wird es nicht verseift. Im luftleeren Raum lässt es sich fast unverändert sublimiren.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man es wie die Fette überhaupt. Von allen übrigen Fettarten unterscheidet man es sehr leicht unter dem Mikroskop durch seine eigenthümliche Krystallform (T. III. Fig. 3). Gewöhnlich findet es sich schon krystallisirt im Körper, so in den Balggeschwülsten, den atheromatösen Ablagerungen in der Aorta, den Gallensteinen, dem Meconium; man braucht also nur die zu untersuchende Substanz unter das Mikroskop zu bringen, um das Cholestearin sogleich zu erkennen, dessen Krystalle durch ihre Form und ihre Unlöslichkeit in Wasser sich von allen übrigen Krystallen mit Sicherheit unterscheiden lassen. Wo das Cholestearin nicht krystallisirt vorkommt, wie im Gehirn, muss man das gewonnene Fett mit kaltem Alkohol ausziehen, um einen Theil des Elain zu entfernen, und den Rückstand mit Alkohol oder Aether auskochen. Beim allmählichen Verdunsten der Lösung scheidet sich das Cholestearin, mit anderem Fett verbunden, in Form von zarten Häutchen ab, und kann unter dem Mikroskop an seiner Krystallform sehr leicht erkannt werden. Je langsamer die Lösung verdampft, um so deutlicher und schöner werden die Krystalle.

Man kann das Cholestearin auch an seinen chemischen Eigenschaften erkennen, doch ist dies umständlicher und mühsa-

mer. Vom Elain und Butyrin unterscheidet es sich durch seine Unlöslichkeit in kaltem Alkohol, vom Margarin und Stearin durch seinen höheren Schmelzpunct und seine Eigenschaft, durch Kali nicht verseift zu werden.

Bei quantitativen Analysen kann es von den anderen Fetten nur annähernd getrennt werden; vom Elain und Butyrin durch Ausziehen derselben mit kaltem Alkohol, vom Margarin, Serolin und Stearin durch Auspressen zwischen Fliesspapier bei einer Temperatur von 60—80°, wobei das Cholestearin zurückbleibt, die übrigen Fette aber vom Papier eingesogen werden. Ein fast eben so genaues, aber viel schnelleres Resultat liefert, wenn man sich einige Uebung erworben hat, die ungefähre Schätzung seiner Menge unter dem Mikroskop.

B. Phosphorhaltige Fette.

Die hieher gehörigen Fette finden sich nur im Gehirn, im Rückenmark und in den Nerven; sie enthalten Phosphor.

Von den nicht phosphorhaltigen Fetten unterscheiden sie sich 1. durch den Ort ihres Vorkommens, 2. dadurch, dass ihre Kohle, wenn sie mit Salpetersäure vollkommen eingeäschert worden ist, an destill. Wasser Phosphorsäure abgiebt, so dass die wässerige Lösung Lacmuspapier röthet und durch salpetersaures Silber ein gelber Niederschlag entsteht (s. Phosphorsäure). Doch muss man ziemlich viel Fett verbrennen, um diese Reaction deutlich zu sehen, da der Phosphorgehalt nur gering ist. 3. Dadurch, dass in der alkoholischen Lösung dieser Fette eine alkoholische Lösung von neutralem essigsaurem Blei eine Trübung und nach einiger Zeit einen Niederschlag hervorruft.

Wenn wir hier als phosphorhaltige Fette nur zwei Arten aufführen, das Hirnelain und Hirnstearin, so wollen wir damit nicht behaupten, dass dieses wirklich zwei selbstständige zoochemische Grundstoffe, in dem Sinne wie Margarin und Cholestearin seien: beide dienen einstweilen nur aushülfsweise als Collectivnamen, bis die Zusammensetzung des Gehirnes genauer bekannt sein wird als gegenwärtig. Couërbe nimmt vier verschiedene Gehirnfette an, das Eléencephol, flüssig, dem Elain entsprechend; dann drei feste Fette, das Cerebrot, löslich in kochendem Alkohol, aber nicht in Aether, das Cephalot, löslich in Aether, unlöslich in absolutem

Alkohol, etwas löslich in Wasser und verdünntem Alkohol; das Stearokonot, unlöslich in Aether, wenig löslich in kochendem Alkohol, etwas löslich in Wasser. Nach Fremy dagegen sind die Gehirnfette keine eigentlichen Fette, sondern Natronseifen zweier Fettsäuren. Um nun unsere Leser nicht in ein Labyrinth einzuführen, halten wir uns hier lieber an die ältere einfache Ansicht, um so mehr, da diese Fette nur bei Analysen des Gehirnes und Rückenmarkes vorkommen, die gegenwärtig noch zu schwierig sind, als dass sich solche, für die diese Anweisung betimmt ist, ohne specielle Vorbereitung damit befassen könnten.

a. Hirnelain, flüssiges Gehirnfett.

Gleicht in seinen physikalischen Eigenschaften ganz dem gewöhnlichen Elain, ist wie dieses bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und bildet, mit Wasser gemischt, unter dem Mikroskop dieselben flüssigen, das Licht stark brechenden Oeltropfen, wie wir sie beim Elain beschrieben haben.

Es löst sich nicht in Wasser, löst sich in kochendem, ja schon in kaltem Alkohol und Aether und wird aus diesen Lösungen durch Wasser, aber auch durch weingeistige Lösungen von Mettallsalzen (neutrales essigsaures Blei, schwefelsaures Kupferoxyd, Platinchlorid) gefällt.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man es wie die Fette überhaupt; von den übrigen Fetten kann man es leicht unterscheiden, vom Margarin, Stearin, Serolin, Cholestearin durch seine Flüssigkeit bei gewöhnlicher Temperatur, vom Elain und Butyrin durch sein Verhalten gegen Metallsalze und seinen Phosphorgehalt.

Das Hirnelain kommt gewöhnlich nur mit Hirnstearin und Cholestearin zusammen vor; von diesen trennt man es bei quantitativen Analysen durch Ausziehen mit kaltem Alkohol.

b. Hirnstearin, festes Gehirnfett.

Es ist bei gewöhnlicher Temperatur fest und fällt aus seinen heiss gesättigten Lösungen in Alkohol beim Erkalten zum Theil als weisse Flocken heraus, welche unter dem Mikroskop rundliche Körner mit krausen, gezackten Rändern, zum Theil mit kleineren Körnchen besetzt, darstellen (s. T. III. Fig. 4).

Das Hirnstearin löst sich nicht in Wasser, es löst sich in kochendem Alkohol, beim Erkalten fällt ein Theil heraus; auch in verdünntem kochendem Weingeist ist es löslich; seine Lösung wird durch Mettallsalze getrübt.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt das Hirnstearin, wie die Fettarten überhaupt; von den phosphorfreien Fetten unterscheidet es sich durch seinen Phosphorgehalt; vom Hirnelain ist es sehr leicht zu unterscheiden durch seine Unlöslichkeit in kaltem Alkohol, durch die eigenthümliche Beschaffenheit, welche das aus heissen alkoholischen Lösungen beim Erkalten Ausgeschiedene unter dem Mikroskop zeigt.

Gewöhnlich kommt es nur mit Hirnelain und Cholestearin zusammen vor. Vom Hirnelain trennt man es bei quantitativen Analysen durch Ausziehen des ersteren mittelst kalten Alkohol; vom Cholestearin kann man es durch Ausziehen mit Aether trennen, welcher das Cholestearin vorzugsweise auflöst. Man kann sich auch darauf beschränken, seine Menge unter dem Mikroskop blos zu schätzen.

Als Anhang reihen wir an die eigentlichen Fette die

Fettsäuren,

zu denen die Hirnfette gewissermaassen den Uebergang bilden.

Die Fettsäuren kommen im menschlichen Organismus ziemlich häufig vor, aber immer nur in kleinen Mengen, gewöhnlich mit Alkalien zu Seifen verbunden. Sie theilen die meisten chemischen und physikalischen Eigenschaften der Fette, sind wie diese bei gewöhnlicher Temperatur meist starr, schmelzen aber in der Wärme und machen im flüssigen Zustande auf Papier Fettflecke. Sie verbrennen wie die Fette mit heller, russender Flamme. Die meisten lösen sich nicht im Wasser, alle sehr leicht in Aether und Alkohol, selbst in verdünntem Alkohol sind sie beim Kochen in solcher Menge löslich, dass (bei Gegenwart fester Fettsäuren) die Lösung beim Erkalten zu ei-

ner festen Masse erstarrt. Ihre Verbindungen mit Alkalien (Seifen) sind auch in Wasser löslich (wenig in kaltem, leichter in heissem). Im flüssigen Zustande reagiren sie sauer und röthen Lacmuspapier. Ihre Lösungen werden durch Metallsalze gefällt.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man sie, wie die Fette, an ihrer Eigenschaft, auf Papier im flüssigen Zustande Fettflecke zu machen, die beim Trocknen nicht verschwinden; an ihrer Unlöslichkeit in Wasser (nur wenige, wie die Buttersäure, sind für sich, die anderen nur in Verbindung mit Alkalien im Wasser löslich), an ihrer Löslichkeit in Alkohol und Aether, endlich an dem bei den einzelnen angegebenen mikroskopischen Verhalten. Durch diese Merkmale unterscheiden sie sich hinreichend von allen Stoffen der drei ersten Gruppen. Von den eigentlichen Fetten unterscheiden sie sich dadurch, dass sie im flüssigen Zustande und in ihren Auflösungen Lacmuspapier röthen, dass sie selbst in sehr verdünntem Alkohol beim Kochen sich in sehr grosser Menge lösen, und dass ihre alkoholischen Lösungen durch alkoholische Lösungen von Metallsalzen (essigsaures Bleioxyd, Platinchlorid, salpetersaures Silberoxyd) gefällt werden.

Bei quantitativen Analysen trennt man sie wie die Fette, durch Auskochen der sie enthaltenden Substanz mit Alkohol. Von den Fetten trennt man sie durch Auskochen mit wasserhaltigem Alkohol, der nur die Fettsäuren, nicht die Fette auflöst. Die heiss filtrirte Flüssigkeit enthält die Fettsäuren allein, welche man nach dem Abdampfen noch mit Wasser auszieht, um alles Wasserextract zu entfernen. Sind sie verseift, so zersetzt man die Seife mit einer Säure, welche durch Wasser zugleich mit der Base ausgezogen werden kann.

a. Fixe Fettsäuren,

sie sind geruchlos, in Wasser ganz unlöslich und bei der Temperatur des kochenden Wassers nicht flüchtig.

19. Oelsäure, Elainsäure.

($C\,70\;H\,120\;O\,5 + 2\text{aq.}$)

Vorkommen. Bildet mit Glyceryloxyd das Elain, findet sich ausserdem auch frei oder an andere Basen gebunden im menschlichen Körper, aber nur in geringer Menge.

Physikalische Eigenschaften. Die Elainsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und bildet mit Wasser gemischt, unter dem Mikroskop ganz dieselben Tropfen, wie sie beim Elain beschrieben wurden; erst bei einigen Graden unter 0^0 wird sie fest.

Chemisches Verhalten. Die Elainsäure löst sich nicht in Wasser, löst sich aber in Alkohol sehr leicht, schon in der Kälte. Nur ihre Verbindungen mit Alkalien sind auch in Wasser löslich; aus dieser wässerigen Lösung wird sie aber durch Säuren ausgeschieden. Ihre Lösung in (starkem oder verdünntem) Alkohol röthet Lacmuspapier; neutrales und basisch essigsaures Bleioxyd bewirken in ihr weisse Niederschläge, die aber beim Erhitzen wieder verschwinden.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt bei qualitativen Analysen die Oelsäure wie die Fette überhaupt; von diesen unterscheidet man sie durch ihre saure Reaction, ihre Löslichkeit in verdünntem Alkohol, ihre Fällung durch Metallsalze. Man erkennt sie unter dem Mikroskop sehr leicht an den eigenthümlichen Oeltropfen, die nur das Elain und Butyrin mit ihr gemein haben, welche aber durch die erwähnten chemischen Kennzeichen von ihr unterschieden werden können.

Bei quantitativen Analysen trennt man sie wie die Fette überhaupt und scheidet sie von diesen durch Auskochen mit verdünntem Alkohol (s. Fettsäuren überhaupt).

20. Margarinsäure.

($C\,35\;H\,67\;O\,3 + \text{aq.}$)

Vorkommen. Die Margarinsäure bildet mit Glyceryloxyd das Margarin; sie findet sich ausserdem noch frei und an

andere Basen gebunden im menschlichen Körper, im Blute, in der Galle, doch nur in geringer Menge.

Physikalische Eigenschaften. Bei gewöhnlicher Temperatur ist die Margarinsäure fest, schmilzt erst bei + 60°. Sie ist krystallisirbar; ihre Krystalle gleichen denen des Margarin, und bilden unter dem Mikroskop farblose Nadeln (T. III. Fig. 5. a).

Chemisches Verhalten. Im Wasser unlöslich, schwerlöslich in kaltem, sehr leicht in heissem Alkohol, selbst in heissem Spiritus. Ihre heiss bereitete spirituöse Lösung lässt beim Erkalten einen grossen Theil der Margarinsäure herausfallen. Die Lösung röthet Lacmuspapier, wird durch Metallsalze gefällt, diese Fällung verschwindet beim Erhitzen, kommt aber beim Erkalten wieder zum Vorschein.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Margarinsäure bei qualitativen Analysen wie die Fettsäuren überhaupt. Von der Elainsäure unterscheidet sie sich leicht durch ihr Festbleiben bei gewöhnlicher Temperatur und ihre eigenthümliche Krystallform. An dieser letzteren erkennt man sie überhaupt unter dem Mikroskop sehr leicht; man kann sie dabei nur mit dem Margarin verwechseln, welches sich aber chemisch wesentlich von ihr unterscheidet durch seine Unlöslichkeit in kochendem Spiritus, den Mangel der sauren Reaction und die Nichtfällbarkeit seiner Lösung durch Metallsalze.

Ihre Trennung bei quantitativen Analysen ist schwierig und kann nur annähernd geschehen. Man trennt sie, wie die Fettsäuren überhaupt: von der Elainsäure trennt man sie entweder durch Ausziehen mit kaltem Alkohol, oder durch Auspressen zwischen Fliesspapier, wie es bei den Fettarten angegeben wurde. Aber beide Trennungsmethoden sind ungenau; ein fast ebenso genaues Resultat liefert die Schätzung der ungefähren Menge unter dem Mikroskop.

21. Stearinsäure, Talgsäure.

(C 70 H 134 O 5 + 2 aq.)

Vorkommen. Sie bildet mit Glyceryloxyd das Stearin; aber sie findet sich auch frei, oder an andere Basen gebunden

im menschlichen Körper, namentlich in der Galle, doch nur in geringer Menge.

Physikalische Eigenschaften. Die Stearinsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, schmilzt erst bei + 70—75°. Sie krystallisirt; ihre Krystalle haben unter dem Mikroskop eine sehr charakteristische Form: sie bilden rhombische Tafeln mit Abrundung der stumpfen Ecken, doch nur im rein auskrystallisirten Zustande (s. T. III. Fig. 5. *b*).

Chemisches Verhalten. Die Stearinsäure gleicht in ihrem chemischen Verhalten ganz der Margarinsäure; wie diese löst sie sich nicht in Wasser, leicht in kochendem Alkohol, selbst in heissem wässerigen Spiritus; beim Erkalten fällt der grösste Theil des Gelösten als krystallinische Masse nieder. Von Metallsalzen wird ihre Lösung getrübt, die Trübung verschwindet beim Erhitzen, kommt aber nach dem Erkalten wieder zum Vorschein. Ihre Lösung röthet Lacmus.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Stearinsäure bei qualitativen Untersuchungen wie die Fettsäuren überhaupt. Von allen übrigen Fettsäuren unterscheidet man sie sehr leicht unter dem Mikroskop durch ihre eigenthümliche Krystallform (T. III. Fig. 5. *b*), auch von der Margarinsäure, von der sie durch chemische Reagentien nicht wohl unterschieden werden kann. Von der Elainsäure unterscheidet man sie übrigens leicht durch ihre Nichtflüssigkeit bei gewöhnlicher Temperatur. — Ist sehr viel Elainsäure mit wenig Margarinsäure und Stearinsäure gemischt, so hält erstere die beiden festen Säuren aufgelöst und verhindert ihre Erkennung: die Elainsäure verliert aber in diesem Falle ihre Flüssigkeit zum grössten Theil und wird fest. Man muss in diesem Falle die Fettsäuren mit etwas wässerigem Weingeist kochen; sie lösen sich darin auf, beim Erkalten scheiden sich Margarinsäure und Stearinsäure krystallinisch aus und können unter dem Mikroskop sehr leicht unterschieden werden.

Bei quantitativen Analysen trennt man die Stearinsäure wie die Margarinsäure; ihre Trennung von dieser ist

durch chemische Mittel kaum möglich, daher möchte die ungefähre Schätzung der relativen Mengen beider durch Hilfe des Mikroskops noch am meisten Empfehlung verdienen.

b. Flüchtige Fettsäure

von eigenthümlichem, intensivem Geruch, im Wasser löslich, lässt sich bei der Temperatur des kochenden Wassers unverändert destilliren.

22. Buttersäure.

($C\,7\;H\,12\;O\,3$ + aq.)

Vorkommen. Die Buttersäure findet sich am häufigsten in ranzig gewordener Butter, der sie ihren eigenthümlichen, unangenehmen Geruch verleiht; im menschlichen Körper in den Drüsen der Genitalien und Achselhöhlen (doch nicht immer), pathologisch in Balggeschwülsten (Atheromen), oft in beträchtlicher Menge.

Physikalisches Verhalten. Die Buttersäure ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, und bildet ein farbloses Oel von eigenthümlichem, penetrantem Geruch nach ranziger Butter. Sie erstarrt erst weit unter dem Gefrierpuncte des Wassers.

Chemisches Verhalten. Sie ist leicht löslich in Wasser, wird aber aus dieser wässerigen Lösung durch Phosphorsäure gefällt. In Alkohol und Aether löst sie sich leicht. Durch Metallsalze wird sie aus ihren Lösungen weniger leicht gefällt als die fixen Fettsäuren. Bis zur Temperatur des kochenden Wassers erhitzt, lässt sie sich unverändert destilliren. — Die buttersauren Salze sind im trocknen Zustande fast geruchlos, mit Wasser befeuchtet oder noch besser, mit Schwefelsäure versetzt, entwickeln sie sogleich den eigenthümlichen Geruch der Buttersäure.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die Buttersäure sehr leicht an ihrem intensiven Geruch, der mit keinem anderen verwechselt werden kann und durch keinen anderen noch so starken Geruch verdeckt wird. Ueberdies ist auch ihr sonstiges chemisches Verhalten sehr charakteristisch.

Die Trennung der Buttersäure für quantitative Analysen ist schwierig, da sie sich wegen ihrer Flüchtigkeit nicht wohl trocken darstellen lässt. Am besten verfährt man so, dass man sie mit den übrigen Fetten und Fettsäuren durch Aether oder Alkohol auszieht, den Aether oder Alkohol nebst der Buttersäure abdestillirt und die übergegangene saure Flüssigkeit mit Baryt- oder Kalkhydrat genau sättigt, dann verdampft. Der Rückstand enthält buttersauren Kalk oder Baryt, aus denen man das Gewicht der Buttersäure berechnen kann. 100 Theile buttersaurer Baryt enthalten 52 Theile Buttersäure: 100 Theile buttersaurer Kalk 74 Theile Buttersäure.

Fünfte Gruppe.

Thierische Farbestoffe.

Die in dieser Gruppe zusammengestellten Stoffe wurden nicht sowohl ihrer gemeinschaftlichen chemischen, als vielmehr ihrer physikalischen Eigenschaften wegen hier vereinigt. Während alle bisher beobachteten Stoffe in reinem Zustande farblos oder nur wenig gefärbt sind, charakterisiren sich die Stoffe dieser Gruppe durch sehr intensive Farben und lassen sich hauptsächlich daran bei chemischen Analysen erkennen.

Diese Stoffe sind weniger an sich wichtig, sie scheinen, mit Ausnahme des Blutrothes, keine grosse physiologische Bedeutung zu haben, kommen nur in geringer Menge im Körper vor, lassen sich schwer oder gar nicht rein darstellen, sind daher auch ihrem chemischen Verhalten nach nur unvollkommen bekannt. Dies Alles macht ihre Bestimmung bei chemischen Analysen, namentlich aber ihre quantitative Trennung sehr schwierig und mühsam, ja letztere ist in vielen Fällen gegenwärtig geradezu unmöglich.

Wichtiger werden diese Stoffe dadurch, dass wir durch sie die Gegenwart von Flüssigkeiten und Secreten, für welche sie charakteristisch sind, in anderen Theilen erkennen können, z. B. die Gegenwart von Galle, von Blut im Urin, eine Erkennt-

niss, welche für Diagnose, Prognose und Therapie bisweilen sehr wichtig wird. Diesen Punct werden wir daher im Folgenden vorzüglich berücksichtigen.

Bestimmung der Farbestoffe bei Analysen. Die Farbestoffe haben keine allen zugleich zukommenden chemischen Eigenschaften, wie Stoffe anderer Gruppen, ihre Löslichkeit in verschiedenen Medien, ihr Verhalten gegen Reagentien ist nicht dasselbe, man erkennt sie meist nur an ihrer eigenthümlichen Farbe. Ebenso wird ihre Abscheidung bei quantitativen Analysen, wo diese bis jetzt möglich ist, durch sehr verschiedene Mittel bewirkt.

23. Rother Farbestoff des Blutes, Hämatosin, Hämatin.

($C44\ H44\ N6\ O6 + Fe$ nach Mulder.)

Der rothe Farbestoff des Blutes ist bis jetzt sehr wahrscheinlich noch nicht rein und unverändert dargestellt worden, sein chemisches Verhalten ist daher noch nicht genau bekannt und seine quantitative Abscheidung kaum möglich. Wir verweisen wegen dieser Puncte auf die folgenden Bände, wo beim Blute ausführlicher davon die Rede sein wird.

Hier begnügen wir uns anzugeben, wie man Blutfarbestoff und Blut überhaupt erkennen könne, wenn es anderen Flüssigkeiten, z. B. Urin, oder festen Materien des Körpers beigemengt ist; wir schicken nur die kurze Bemerkung voraus, dass der Farbestoff des Blutes ausschliesslich in den Blutkörperchen enthalten ist, er wird aus diesen nicht durch Zuckerwasser und concentrirte Salzlösungen, wohl aber durch reines Wasser, Essigsäure und Ammoniak ausgezogen. Er ist zweierlei Farben fähig, einer dunkelrothen und einer hellrothen; diese entsteht aus jener durch Einwirkung der Luft, des Sauerstoffes, der meisten Mittelsalze.

Blut kann in Flüssigkeiten u. s. w. pathologisch auf verschiedene Weise vorkommen, theils als solches; dann ist es gewöhnlich geronnen, bildet rothe Coagula, welche unter dem Mikroskop amorph erscheinen, durch Wasser kann man das

Blutroth aus ihnen auswaschen und sie erscheinen dann farblos. Bisweilen kommen nur einzelne Theile des Blutes in einer Flüssigkeit vor: 1. Blutplasma (Serum und Faserstoff); dies ist ungefärbt; man erkennt es in solchen Flüssigkeiten, welche kein Eiweiss enthalten, am Eiweiss, welches durch Kochen gerinnt und den (meist mikroskopischen) Faserstoffcoagulis, welche alle chemischen und mikroskopischen Charaktere des geronnenen Faserstoffes an sich tragen. 2. Blutserum; man erkennt es an seinem Eiweissgehalt: in solchen Flüssigkeiten, welche schon im Normalzustande Eiweiss enthalten, kann man es entweder gar nicht erkennen, oder annähernd daran, dass eine quantitative Untersuchung einen vermehrten Eiweissgehalt nachweist. 3. Blutkörperchen; diese erkennt man sehr leicht durch die mikroskopische Untersuchung. 4. Aufgelöstes Blutroth; dieses wird entweder aus den Blutkörperchen aufgelöst durch Einwirkung der Flüssigkeit, in welcher man es findet, oder häufiger bei einer bestehenden Dissolution der Säfte bereits aufgelöst aus den Blutgefässen entfernt; es kommt immer mit Blutserum zugleich vor und ertheilt der Flüssigkeit eine rothe Farbe. Man erkennt es dadurch, dass das durch Hitze coagulirte Eiweiss des Blutserums keine weisse, sondern eine rothbraune Farbe hat, ähnlich der des gekochten Rindfleisches. Dieses mit Eiweiss verbundene Blutroth wird durch Wasser nicht ausgzogen, ebenso wenig durch eine Lösung eines Mittelsalzes, wohl aber durch eine verdünnte Lösung von kohlensaurem Kali, und zwar mit grünlichbrauner Farbe.

Bestimmung des Blutrothes bei der Analyse. Blutroth kann nur in Flüssigkeiten vorkommen, welche eine mehr oder weniger intensiv rothe Farbe haben. Man überzeugt sich, dass die rothe Farbe wirklich vom Blutroth herrührt 1. durch die Anwesenheit von unter dem Mikroskop sichtbaren Blutkörperchen: in diesem Falle ist die Flüssigkeit gewöhnlich unklar, etwas trübe und setzt bei ruhigem Stehen allmählich ein rothes Sediment von Blutkörperchen ab; 2. dadurch, dass das Eiweiss, welches in einer blutrothhaltigen Flüssigkeit immer zugegen

ist (es sei denn, dass sie künstlich bereitet worden sei), beim Gerinnen durch Kochen eine rothbraune Farbe annimmt, während die nach Abscheidung des Eiweisses übrigbleibende Flüssigkeit klar und entweder ganz farblos geworden ist, oder nur die ihr ursprünglich, d. h. ohne Beimischung von Blut, zukommende Farbe behalten hat. Die letztere Reaction ist in den Fällen die einzige anwendbare, wo das Blutroth in der Flüssigkeit aufgelöst vorkommt.

Auf eine quantitative Bestimmung des Blutrothes in solchen Flüssigkeiten, welchen blos etwas Blut beigemengt ist, wird man gewöhnlich verzichten; man begnügt sich, es mit dem Eiweiss zusammen zu bestimmen; seine quantitative Bestimmung im Blute wird bei diesem angegeben werden.

24. Farbestoff der Galle, Gallenbraun.

Vorkommmen. In der menschlichen Galle findet sich das Gallenbraun im normalen Zustande immer; bisweilen pathologisch im Schweiss, Urin, Blute; in den Excrementen findet es sich fast immer, doch sind hier seine chemischen Eigenschaften meist verändert.

Das chemische Verhalten des Gallenbraunes ist noch nicht vollkommen genau bekannt; man weiss nur, dass es in der Galle aufgelöst vorkommt und aus dieser Lösung durch Wasser und Alkohol nicht, wohl aber durch Salzsäure gefällt wird. Im trocknen Zustande ist es in Wasser nicht, in Alkohol sehr wenig löslich, löst sich aber in verdünnter Kalilauge. Vorzüglich charakteristisch ist sein Verhalten gegen Salpetersäure; durch diese geht seine ursprüngliche gelbliche oder orange Farbe erst in Grün, dann in Blau, nachher in Purpur, darauf in Violett, endlich in ein blasses schmutziges Gelbroth über, oder die Flüssigkeit wird, wenn wenig Gallenbraun zugegen ist, am Ende fast farblos. — Häufig, namentlich in den Excrementen, findet man eine Modification des Gallenbrauns, dessen Orangefarbe sogleich ins Violette und Blassrothe übergeht, ohne sich vorher ins Grüne und Blaue zu verändern.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man das Gallenbraun theils an seiner ursprünglichen Farbe, theils und zwar vorzüglich, an seiner Veränderung durch Salpetersäure. Man giesst etwas von der durch Galle gefärbten Flüssigkeit in ein kleines Probirgläschen und setzt etwas concentrirte Salpetersäure zu, ohne umzuschütteln. Die anfangs orange oder grünliche Flüssigkeit wird an ihrem unteren Theile sogleich violett, und weiter oben blau: nach einiger Zeit hat man, wenn die Flüssigkeit ruhig gestanden hat, mehrere verschieden gefärbte Zonen über einander, welche einen vollständigen Regenbogen bilden. Unten ist die Flüssigkeit fast farblos, etwas weiter nach oben hellviolett, dann folgt Tiefpurpur; darauf Blau, endlich Grün; nach einigen Stunden ist die ganze Flüssigkeit, wenn man genug Salpetersäure zugesetzt hat, blassroth oder fast farblos geworden. — Man erkennt die geringste Spur von Gallenfarbestoff unter dem Mikroskop, vorzüglich dann, wenn sich in der Flüssigkeit kleine Theilchen befinden, Niederschläge aus der Galle, Speisereste u. s. w., welche durch längeres Verweilen in derselben vom Gallenfarbestoff gefärbt worden sind. Diese zeigen bei Behandlung mit Salpetersäure unter dem Mikroskop die beschriebene Farbenumwandlung sehr schön und deutlich.

Die **quantitative Bestimmung** des Gallenbraunes wird selten nöthig werden, ausser bei Analysen von Galle; wir verweisen daher wegen derselben auf die folgenden Bände.

Die übrigen Stoffe, welche der Galle eigenthümlich sind, kennt man ihren chemischen Eigenschaften nach noch nicht so genau, dass wir sie hier, in einer für Anfänger bestimmten Anleitung, mit aufführen könnten, ohne zu Verwirrung und Zweifeln Anlass zu geben. Bei der Galle wird ausführlicher von ihnen die Rede sein. — Um das pathologische Vorkommen von Galle in einer anderen Flüssigkeit, im Urin, Blut, Schweiss u. s. w. zu entdecken, muss man sich zunächst an das so leicht zu erkennende Gallenbraun halten: hat man dies im Urin u. s. w. aufgefunden, so kann man mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass diesem Galle beigemengt sei. — Von den anderen, seltner vorkommenden und weniger charakteristischen Farbestoffen der Galle wird gleichfalls später die Rede sein.

25. Rother Farbestoff des Urins.

Vorkommen: im Urin, namentlich in grosser Menge bei Rheumatismus, *febris intermittens*, bei Entzündungen.

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Urinfarbestoffes sind noch nicht hinreichend bekannt. Man weiss nur, dass er in Wasser und Alkohol löslich ist, und nicht krystallisirt. Er verbindet sich gern mit den aus dem Urin niederfallenden Krystallen der Harnsäure und des harnsauren Ammoniaks, die er orangeroth färbt.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt den Urinfarbestoff an seinem Vorkommen im Urin, namentlich in den rothen Sedimenten desselben. Man darf schliessen, dass diese von Urinfarbestoff gefärbt sind, sobald man sich überzeugt hat, dass ihre rothe Farbe nicht von beigemengten Blutkörperchen oder aufgelöstem Blutroth herrührt. Seine **quantitative Bestimmung**, die dadurch schwierig wird, dass er immer nur in sehr geringer Menge vorkommt, siehe beim Urin.

26. Schwarzer Farbestoff, schwarzes Pigment.

Vorkommen: im normalen Zustande auf der Choroidea des Auges, in den Bronchialdrüsen, in der Lungensubstanz, namentlich bei alten Leuten; pathologisch in den unter dem Namen der Melanosen bekannten krankhaften Producten.

Physikalische Eigenschaften. Das schwarze Pigment erscheint unter dem Mikroskop als eine Anhäufung von sehr kleinen intensiv schwarzen oder blauschwarzen Körnern, welche meist eine deutliche Molecularbewegung zeigen; sie entwickeln sich in Zellen.

Chemisches Verhalten. Es ist unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren; in Aetzkali löst es sich zum Theil, jedoch unter theilweiser Zersetzung. Säuren schlagen aus dieser Auflösung das schwarze Pigment wieder nieder. Durch Chlor wird es blasser gefärbt.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man das schwarze Pigment sehr leicht an seiner

intensiv schwarzen Farbe, seiner Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren, und unter dem Mikroskop an seiner Zusammensetzung aus kleinen schwarzen Körnchen, die meist eine Molecularbewegung zeigen und in den genannten Medien unauflöslich sind. Seine quantitative Bestimmung ist schwierig, sie kann nur annähernd dadurch geschehen, dass man es durch Wasser, Alkohol, Aether und verdünnte Säuren von allen in diesen Vehikeln löslichen Stoffen befreit. Fast eben so sicher ist seine ungefähre Schätzung unter dem Mikroskop.

Sechste Gruppe.

Süsse thierische Stoffe (Zuckerarten).

Die hieher gehörigen Stoffe zeichnen sich aus durch ihren süssen Geschmack, ihre Krystallisirbarkeit und ihr indifferentes Verhalten gegen Reagentien. Sie sind, wie die Zuckerarten überhaupt, der geistigen und Essig-Gährung fähig. Sie lösen sich in Wasser, zum Theil auch in Weingeist und Aether, wenigstens wenn diese Flüssigkeiten mit Wasser verdünnt sind.

Beim Verbrennen schwärzen sie sich und entwickeln einen eigenthümlichen süsslich-brenzlichen Geruch.

Bestimmung bei der Analyse. Von den Proteinverbindungen unterscheiden sich die Zuckerarten durch ihre Löslichkeit in nicht zu starkem Alkohol, ihre Krystallisirbarkeit, den Mangel der Niederschläge durch Reagentien; von den Leimarten durch den Mangel der Gallerte, welche diese unter gewissen Verhältnissen (beim Erkalten ihrer heiss gesättigten wässerigen Lösungen) zeigen; von den extractartigen Materien durch ihre Krystallisirbarkeit; von den Fetten und Fettsäuren durch ihre Löslichkeit in Wasser; von den Farbestoffen durch den Mangel der Farbe und die Krystallisirbarkeit; von allen anderen thierischen Stoffen überdies noch durch ihren süssen Geschmack. Man erkennt bei Analysen die Zuckerarten in ihren Auflösungen und ihren Gemischen mit anderen Stoffen 1. an ihrem süssen Geschmack, 2. an den Zuckerkrystallen, welche sich bei länge-

rem Stehen in den sehr concentrirten wässerigen Zuckerlösungen bilden; 3. an der geistigen Gährung, welche eintritt, wenn man eine zuckerhaltige Flüssigkeit, mit Hefe versetzt, an einem warmen Orte stehen lässt; der Zucker verschwindet und an seine Stelle treten Alkohol und Kohlensäure; 4. wenn man einige Tropfen einer zuckerhaltigen Flüssigkeit auf dem Platinbleche oder in einer Porcellanschale verdampft, den Rückstand bis zu 60 oder 80° erhitzt und etwas Schwefelsäure zusetzt, so färbt sich die Masse augenblicklich intensiv schwarz, was bei anderen organischen Stoffen nicht in demselben Grade eintritt, als bei Lösungen von Zucker.

Die quantitative Bestimmung des Zuckers in Flüssigkeiten, welche ausserdem noch andere Stoffe enthalten, ist nicht leicht. Sie geschieht am besten so, dass man die anderen Stoffe so gut als möglich abscheidet und den Zucker aus der sehr concentrirten Lösung herauskrystallisiren lässt. Das Nähere siehe bei den einzelnen Zuckerarten.

27. Gewöhnlicher Zucker, Rohrzucker.

$(C\,12\;H\,18\;O\,9 + 2\,aq.)$

Vorkommen. Er bildet zwar keinen Bestandtheil des menschlichen Körpers, eben so wenig findet er sich in dessen Secreten und Excrementen; kommt aber nicht selten als Bestandtheil des Mageninhaltes, ausgebrochener Materien u. s. w. vor.

Physikalische Eigenschaften. Der krystallisirte Rohrzucker bildet klinorhombische Prismen, welche, wenn der Zucker ganz rein ist, farblos und durchsichtig, ausserdem nur durchscheinend sind und eine gelblich braune Farbe haben. Die mikroskopischen Krystalle des Rohrzuckers haben die auf T. III. Fig. 6. abgebildete Form.

Chemisches Verhalten. Der Rohrzucker löst sich leicht in Wasser, leichter in heissem als in kaltem; eine kochend heiss gesättigte Lösung lässt beim Erkalten kleine mikroskopische Krystalle fallen. In Aether ist er ganz unlöslich, in ab-

solutem Alkohol kaum oder sehr wenig löslich; er löst sich leicht in verdünntem Alkohol.

Eine wässerige Rohrzuckerlösung, selbst wenn sie sehr concentrirt ist, verhält sich gegen Reagentien sehr indifferent: durch Säuren wird sie nicht gefällt, eben so wenig durch Alkalien.

Alkohol, Jodlösung, *Infus. Gallarum* bewirken keinen Niederschlag.

Durch Chlorcalcium und Chlorbaryum keine Fällung.

Durch salpetersaures Silber und Platinchlorid kaum Spuren von Trübung.

Durch neutrales essigsaures Bleioxyd kaum eine Spur von Trübung; — durch basisch-essigsaures Bleioxyd eine weisse Trübung, welche unter dem Mikroskop sehr zarte isolirte Körnchen bildet.

Durch Kaliumeisencyanür und -cyanid kein Niederschlag, auch nicht nach vorherigem Zusatz von Essigsäure.

Durch Eisenchlorid und schwefelsaures Eisenoxydul kein Niederschlag.

Durch schwefelsaures Kupferoxyd, Alaun, Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul kein Niederschlag.

Durch Zinnchlorür eine Spur von Trübung.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Rohrzucker an den Merkmalen, welche wir für die Zuckerarten überhaupt angegeben haben. Seine quantitative Bestimmung ist schwierig; sie kann nach zwei verschiedenen Methoden geschehen. Entweder man bestimmt den Zucker als solchen im trockenen Zustande, oder man versetzt ihn in Gährung, und bestimmt die Menge der Kohlensäure, welche er liefert. Die erstere Methode kann nur angewandt werden, wo der Zucker in einer Flüssigkeit allein vorkommt oder nur mit solchen Stoffen gemengt, von denen er sich leicht trennen lässt. Man befreit die zuckerhaltige Flüssigkeit so gut als möglich von allen fremden Stoffen, von festen

Stoffen durch Absetzen oder Filtriren und Auswaschen des Rückstandes, vom Eiweiss durch Kochen, von den Fetten durch Ausziehen des getrockneten Rückstandes mit kockendem Aether u. s. w.; die übrige Flüssigkeit wird so viel als möglich concentrirt, dann erhitzt: beim Erkalten krystallisirt der Zucker allmählich heraus. Er ist aber noch mit Wasserextract u. dgl. verunreinigt: durch öfteres Umkrystallisiren (Auflösen in destillirtem Wasser und Krystallisiren des Zuckers aus der concentrirten Lösung) wird er so viel als möglich gereinigt. — Bei der zweiten Methode verfährt man folgendermaassen: Man bringt eine gewogene Menge der zuckerhaltigen Flüssigkeit in ein passendes Glasgefäss, welches durch einen Kork luftdicht verschlossen werden kann. Der Kork ist durchhohrt: durch ihn geht eine gebogene Glasröhre, welche in ein zweites Gefäss führt, das mit Kalilauge oder Kalkwasser gefüllt ist. Man setzt der Flüssigkeit etwas Hefe zu, verschliesst das Gefäss und bringt den Apparat an einen warmen Ort, wo nach einiger Zeit der Zucker in Gährung übergeht und sich in Alkohol und Kohlensäure zerlegt. Man bestimmt das Gewicht der Kohlensäure, wie es bei der quantitativen Bestimmung der Kohlensäure angegeben ist (s. diese). 100 Theile neugebildete Kohlensäure entsprechen 195 Theilen in der Flüssigkeit enthalten gewesenem Zucker. Bei diesem Versuche muss man alle Vorsichtsmaassregeln beobachten, welche für die quantitative Bestimmung der Kohlensäure überhaupt gelten, und überdiess noch dafür sorgen, dass die Gährung gehörig von Statten geht: man nehme daher nicht zu wenig Hefe, sorge für eine Temperatur von wenigstens 22^0 über 0 und unterbreche den Versuch nicht eher, bis aller Zucker in Alkohol und Kohlensäure zersetzt ist, was erst nach mehreren Tagen der Fall ist.

28. Harnzucker.

(*C* 12 *H* 24 *O* 12 + 2 *aq.*)

Vorkommen. Im diabetischen Harn und im Blute Diabetischer.

Physikalische Eigenschaften. Der Harnzucker erscheint im trockenen Zustande gleichfalls krystallinisch: seine Krystalle bilden nach Fr. Simon unter dem Mikroskop lange, rechtwinklige Tafeln.

Chemisches Verhalten. Der Harnzucker verhält sich chemisch ganz wie der Rohrzucker; er löst sich leicht in Wasser und wässerigem Alkohol, wenig oder nicht in wasserfreiem Alkohol und Aether. Seine concentrirte wässerige Lösung verhält sich gegen Reagentien eben so indifferent wie die des Rohrzuckers, doch wird sie nach Fr. Simon durch salpetersaures Silberoxyd getrübt und durch salpetersaures Quecksilberoxydul entsteht eine weisse Fällung, die sich beim Erhitzen wieder löst. — Er ist gleichfalls der geistigen und sauren Gährung fähig.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Harnzucker wie den Rohrzucker und die Zuckerarten überhaupt; vom Rohrzucker lässt er sich nicht durch Reagentien, nur durch die Elementaranalyse (durch seinen grösseren Gehalt an H und O) unterscheiden. Auch bei quantitativen Analysen bestimmt man ihn ganz wie den Rohrzucker, entweder unmittelbar oder aus der Menge der Kohlensäure, die er bei der Gährung liefert. Da sein Atomgewicht grösser ist als das des Rohrzuckers, so entsprechen 100 Theile bei der Gährung erhaltene Kohlensäure 225 Theilen Harnzucker.

29. Milchzucker, *Saccharum lactis.*

(*C* 12 *H* 22 *O* 11 + *aq.* oder *C* 24 *H* 48 *O* 24.)

Vorkommen. In der Milch.

Physikalische Eigenschaften. Die Krystalle des Milchzuckers bilden im Grossen vierseitige Prismen (Fr. Simon); lässt man einen Tropfen einer Milchzuckerlösung verdunsten, so bleibt ein weisser, krystallinischer Rückstand, der unter dem Mikroskop ein sehr charakteristisches Ansehen hat. Er bildet dunkle, federbuschähnliche Krystallgruppen (s. T. III. Fig. 7). — Der

Milchzucker hat einen schwach süssen, etwas erdigen Geschmack.

Chemisches Verhalten. Der Milchzucker löst sich im Wasser und wasserhaltigen Alkohol, doch in geringerer Menge als der Rohr- und Harnzucker. In Aether und absolutem Alkohol ist er unlöslich; wird eine concentrirte wässerige Lösung desselben mit Alkohol versetzt, so scheidet sich allmählich ein Theil des Milchzuckers in mikroskopischen Krystallen aus. In Essigsäure löst er sich ohne Veränderung.

Durch Säuren entsteht in seiner Auflösung kein Niederschlag. Arseniksäure färbt ihn nach einigen Tagen rothbraun (Elsner); durch Schwefelsäure wird der erwärmte trockne Milchzucker, wie die übrigen Zuckerarten, augenblicklich intensiv schwarz gefärbt.

Durch Alkalien, Jodlösung und *Infus. Gallarum* wird seine Lösung nicht verändert.

Salpetersaures Silberoxyd, Platinchlorid, neutrales und basisch-essigsaures Blei, Eisenchlorid, Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul und Zinnchlorür bewirken in seiner Lösung keinen Niederschlag.

Beim Verbrennen entwickelt er denselben brenzlich-süssen Geruch wie die übrigen Zuckerarten; er ist wie diese der geistigen und Essig-Gährung fähig.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man den Milchzucker wie die Zuckerarten überhaupt: vom Rohrzucker und Harnzucker unterscheidet er sich durch den Ort seines Vorkommens (in der Milch), durch seinen weniger süssen Geschmack, seine geringere Löslichkeit in Wasser und wässerigem Alkohol, dann durch die eigenthümliche Form der Krystallgruppen, welche eine milchzuckerhaltige Flüssigkeit, wenn man sie auf einem Glasplättchen vertrocknen lässt, unter dem Mikroskop zeigt.

Seine quantitative Bestimmung kommt gewöhnlich nur bei Analysen von Milch vor. Hier verfährt man auf folgende Weise: Man verdampft die Milch im Wasserbade zur Trockne,

kocht den Rückstand so lange mit Aether, bis alles Fett ausgezogen ist. Der Rückstand wird mit wässerigem Alkohol behandelt, welcher den Milchzucker auflöst, den Käsestoff aber zurücklässt. Die Lösung wird abfiltrirt (sollte doch etwas Käsestoff gelöst worden sein, so wird dieser durch sorgfältigen Zusatz von Essigsäure gefällt) und getrocknet; durch Umkrystallisiren reinigt man den erhaltenen Milchzucker so gut als möglich vom Spiritusextract.

Siebente Gruppe.

Nicht süsse krystallisirbare thierische Stoffe.

Die hieher gehörigen Stoffe bilden keine genau charakterisirte chemische Gruppe, die Eigenschaften und das chemische Verhalten der einzelnen hier zusammengestellten Stoffe sind vielmehr sehr von einander abweichend. Daher ist auch ihre Bestimmung bei qualitativen und quantitativen Analysen nicht dieselbe, wiewohl sie sich von allen im Vorhergehenden abgehandelten Stoffen sehr bestimmt unterscheiden.

30. Harnstoff, *Urea.*

($C\ 2\ N\ 4\ H\ 8\ O\ 2.$)

Vorkommen. Normal: im Harne, im Blute (?); pathologisch: im Blute, in hydropischen Flüssigkeiten.

Physikalische Eigenschaften. Der Harnstoff bildet mit Oxalsäure und Salpetersäure krystallinische Verbindungen. Die Krystalle des salpetersauren Harnstoffs stellen im vollkommen auskrystallisirten Zustande unter dem Mikroskop rhomboidische Tafeln dar, theils mit, theils ohne Abstumpfung der spitzen Ecken (s. T. III. Fig. 8). Dem unbewaffneten Auge erscheinen diese Krystalle als zarte weisse, seidenglänzende Blättchen oder Schüppchen, die sich weich anfühlen und einen eigenthümlichen, urinösen Geruch verbreiten.

Chemisches Verhalten. Der Harnstoff löst sich leicht in Wasser und Alkohol, in Aether ist er wenig oder nicht löslich. Durch Kochen einer wässerigen Lösung oder durch

längeres Aufbewahren derselben soll er zersetzt werden, doch erfolgt diese Zersetzung wahrscheinlich nur sehr allmählich und langsam, wie folgende von mir angestellte Versuche lehren. 1. Ein sehr wässeriger Urin wurde noch weiter mit Wasser verdünnt und in einem Glaskolben $3\frac{1}{2}$ Stunde lang in lebhaftem Kochem erhalten, wobei von Zeit zu Zeit heisses Wasser nachgegossen wurde, um das Verdampfte zu ersetzen. Eine nach beendigtem Kochen genommene Probe wurde mit Salpetersäure versetzt und abgedampft; sie lieferte ungefähr dieselbe Menge salpetersauren Harnstoffs als eine vor dem Kochen genommene Probe. — 2. Ein Urin wurde 6 Wochen lang in einer leicht verkorkten Glasflasche bei einer Temperatur von 6—10° über 0 sich selbst überlassen. Er roch nach dieser Zeit stark ammoniakalisch und hatte einen reichlichen Bodensatz von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia abgesetzt. Sein Harnstoffgehalt war noch ungefähr derselbe wie im frischen Zustande. Diese beiden Versuche, die freilich nicht genau quantitativ angestellt wurden, da bei beiden der erhaltene salpetersaure Harnstoff nur nach dem Augenmaasse abgeschätzt wurde, lehren wenigstens so viel, dass der Harnstoffgehalt einer Flüssigkeit durch eine kurze Zeit dauernde Temperaturerhöhung und längeres Stehen nicht wesentlich verändert wird. Sie scheinen mir aber deshalb wichtig, weil man häufig Urin zur Untersuchung bekommt, der schon einen oder mehrere Tage gestanden hat, und sich dann, namentlich im Sommer, die Befürchtung aufdringen könnte, der Harnstoff möchte bereits zum Theil zersetzt, also das Resultat der Analyse ein unrichtiges sein.

Eine concentrirte wässerige Lösung von Harnstoff wird durch Metallsalze: salpetersaures Silber, neutrales und basisch essigsaures Blei, Eisenchlorid, Quecksilberchlorid, salpetersaures Quecksilberoxydul, Zinnchlorür u. s. w. nicht gefällt.

Sie wird nicht gefällt durch Alkohol, nicht durch *Infus. Gallarum*, nicht durch Alkalien.

Durch Salpetersäure entsteht in einer sehr concentrirten Lösung von Harnstoff eine krystallinische Ausscheidung von salpetersaurem Harnstoff; eben so wird durch Oxalsäure oxalsaurer Harnstoff gefällt.

Bei einer Temperatur von 120° schmilzt der Harnstoff, ohne sich zu zersetzen, bei höherer Temperatur wird er in Cyansäure, Ammoniak und Cyanursäure zerlegt.

Durch salpetrige Säure wird er augenblicklich zersetzt in Stickgas und Kohlensäure.

Nach Peligot und Marchand hat der Harnstoff, selbst in sehr geringer Menge, die Eigenschaft, die gewöhnliche Krystallform des Chlornatrium zu verändern, so dass Kochsalz, welches im reinen Zustande in Würfeln krystallisirt, bei Gegenwart von Harnstoff in Octaedern anschiesst. Da man diese Eigenschaft als Mittel benutzt hat, um noch sehr kleine Mengen von Harnstoff, welche man als solche nicht bestimmen kann, durch die dadurch bewirkte Veränderung in der Krystallform von beigemischtem Kochsalz zu erkennen, so schien es mir wichtig, diese Angabe einer Prüfung zu unterwerfen. Eine Reihe von Versuchen lieferte folgendes Resultat (die Versuche wurden im Kleinen angestellt und die erhaltenen Krystalle mikroskopisch untersucht): 1. Reines Kochsalz in destillirtem Wasser gelöst, hinterlässt nach dem Verdunsten Krystalle verschiedener Art, welche aber alle zum tesseralen System gehören; man unterscheidet a. Würfel, b. Octaeder, c. Tetraeder und d. alle verschiedenen Combinationen des Würfels mit dem Octaeder, *et vice versa,* und dieser beiden Formen mit dem Tetraeder. Bisweilen herrschen die Würfel der Zahl nach vor, bisweilen aber auch die Octaeder, selten oder nie die Tetraeder. — 2. Eine Kochsalzlösung mit dem dritten oder vierten Theil salpetersauren Harnstoffs versetzt lieferte nach dem Verdunsten ebenfalls verschiedene Krystalle: Würfel und Octaeder. Gewöhnlich herrschten die Octaeder vor, ja einigemale waren die Krystalle fast lauter Octaeder, doch zeigten sich immer noch einige Würfel, und diese waren zum Theil an ihren Flächen mit kleinen

Krystalltafeln von salpetersaurem Harnstoff bedeckt, — ein deutliches Zeichen, dass auch die Stellen der Flüssigkeit, wo sich die Würfel gebildet hatten, Harnstoff in Auflösung enthielten. Diese Versuche lehren, dass man aus der octaedrischen Krystallform des Kochsalzes nur mit grosser Vorsicht auf die Gegenwart von Harnstoff schliessen darf; man kann nur dann mit einiger Wahrscheinlichkeit einen Harnstoffgehalt vermuthen, wenn alle oder fast alle Kochsalzkrystalle Octaeder sind und sich unter ihnen wenige oder keine Würfel finden. —

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt bei qualitativen Analysen den Harnstoff daran, dass eine Lösung desselben in Wasser oder Alkohol, wenn sie durch Abdampfen concentrirt worden ist, beim Zusatz von Salpetersäure oder Oxalsäure zarte, seidenglänzende, weisse oder fast farblose Krystalle von salpetersaurem oder oxalsaurem Harnstoff liefert. Mit Hilfe des Mikroskops kann man noch einen sehr geringen Harnstoffgehalt entdecken, wenn man einige Tropfen der zu prüfenden Flüssigkeit mit etwas Salpetersäure versetzt auf einem Glasplättchen verdunsten lässt und den Rückstand unter dem Mikroskop untersucht; man erkennt dann die Krystalle des salpetersauren Harnstoffs leicht an ihrer Krystallform. Die Verwandlung der Krystallform des Kochsalzes vom Würfel ins Octaeder bildet, wie bereits erwähnt wurde, kein ganz sicheres Zeichen der Gegenwart von Harnstoff. — Mit den festen Proteinverbindungen, Hornsubstanz und Chitin kann der Harnstoff nicht verwechselt werden, eben so wenig mit Leim und leimgebendem Gewebe; von den flüssigen Proteinverbindungen, vom Pepsin, vom Schleim und Pyin unterscheidet er sich durch sein indifferentes Verhalten gegen Reagentien und seine Krystallisirbarkeit, durch diese und das Verhalten seiner concentrirten Lösungen gegen Salpetersäure und Oxalsäure von den extractartigen Materien; von den Fetten und Fettsäuren durch seine Löslichkeit in Wasser (mit der gleichfalls in Wasser löslichen Buttersäure wird ihn wohl Niemand verwechseln); von den Farbestoffen durch seine mangelnde Färbung; von den Zuckerarten

endlich durch den Mangel des süssen Geschmacks und das Verhalten seiner concentrirten Lösungen zu Oxalsäure und Salpetersäure.

Bei seiner quantitativen Bestimmung, die gewöhnlich nur bei Analysen von Urin vorkommt, verfährt man auf folgende Weise: Der Urin wird bis ungefähr auf die Hälfte seines Volumens abgedampft, dann setzt man der noch heissen Flüssigkeit etwas Salpetersäure zu. Diese fällt allmählich den grössten Theil der Harnsäure mit einem Theil des Farbestoffs verbunden, die Flüssigkeit nimmt eine weinrothe Farbe an. Man filtrirt, wäscht den Rückstand aus und dampft die Flüssigkeit sammt dem Waschwasser aufs Neue bis zur Consistenz eines dünnen Syrups ab. Setzt man nun Salpetersäure hinzu, so wird die Flüssigkeit beim Erkalten zu einem steifen Brei von weisslichen Krystallnadeln erstarren; geschieht dies nicht, so muss man noch weiter abdampfen. Die zugesetzte Säure muss vorher ausgekocht und dadurch von aller salpetrigen Säure befreit sein, weil diese den Harnstoff zerstört. Man muss ferner eine hinreichende Menge Säure zusetzen, damit aller Harnstoff als salpetersaurer gefällt werde; ein Ueberschuss von Säure schadet nicht. Den erhaltenen halbflüssigen Brei sammelt man sorgfältig auf einem Filtrum, lässt die überschüssige Flüssigkeit abtropfen, presst dann das Filtrum mit dem Harnstoff zwischen Fliesspapier so lange, bis neues Fliesspapier keine Flüssigkeit mehr einsaugt und trocknet den erhaltenen Harnstoff im Wasserbade. Man nimmt ihn entweder sorgfältig vom Filtrum ab, oder wägt ihn mit diesem; das letztere Verfahren giebt einen etwas zu hohen Harnstoffgehalt, da das Filtrum immer fremdartige Materien des Urins (extractartige Stoffe u. s. w.) zwischen seinen Poren zurückhält. Der erhaltene Harnstoff ist selten ganz rein, er enthält gewöhnlich noch extractartige Materien, Farbestoff des Urins u. s. w. Ist er vollkommen weiss, wie in den Fällen, wo der Urin sehr wenig Farbestoff u. s. w. enthält, so kann man sich mit den erhaltenen Resultaten begnügen; ist er sehr unrein, gelblich, oder gar braun gefärbt, so löst man

ihn nochmals in Alkohol auf und gewinnt ihn durch Abdampfen der alkoholischen, vorher filtrirten Lösung, auf dieselbe Weise, wie man ihn unmittelbar aus dem Urin erhielt. — Aus dem Gewicht des erhaltenen salpetersauren Harnstoffs berechnet man die Menge des reinen. Nach Prout enthalten 100 Theile salpetersaurer Harnstoff 25,63 Theile Harnstoff, was mit der obigen chemischen Formel übereinstimmt.

31. Cystin, Blasenoxyd.

($C6\ N2\ H12\ O4\ S2$ nach Thaulow).

Vorkommen. Sehr selten und nur pathologisch in Harnsteinen und im Urin.

Physikalische Eigenschaften. Die Harnsteine aus Cystin bilden ziemlich feste, krystallinische Massen von gelblicher oder grünlicher Farbe, sind ziemlich leicht zerreiblich, ihre dünnen Bruchstücke an den Kanten durchscheinend. Die Krystalle des Cystin sind rhombisch; kleine Mengen desselben durch Ammoniak oder Salpetersäure aufgelöst, schiessen beim Verdunsten des Lösungsmittels in zarten Krystallen an, welche nach Donné unter dem Mikroskop dünne, langgestreckte Nadeln bilden (s. T. III. Fig. 9).

Chemisches Verhalten. Das Cystin ist in Wasser sehr wenig löslich, in Alkohol ganz unlöslich. Von starken Säuren, Schwefelsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure und Oxalsäure wird es aufgelöst; aus diesen Lösungen krystallisirt es beim Verdunsten der Säure in mikroskopischen Nadeln. Von schwächeren Säuren, Essigsäure, Weinsteinsäure und Citronensäure wird es nicht aufgelöst.

In kaustischen Alkalien, kaustischem Kali und Ammoniak ist es löslich, ebenso in kohlensauren Alkalien.

Es verbrennt mit einem eigenthümlichen, scharfen Geruche. Beim Erhitzen mit concentrirter Salpetersäure liefert es Schwefelsäure.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt bei qualitativen Analysen das Cystin an seinem Vorkommen im

Urin oder in Harnsteinen, an seiner Unlöslichkeit in Wasser, Alkohol und Essigsäure, seiner Löslichkeit in starken Säuren und Alkalien und der Eigenschaft, aus seiner Lösung in Salpetersäure beim Verdunsten der Säure in dünnen mikroskopischen Nadeln zu krystallisiren. Sein eigenthümlicher Geruch beim Verbrennen und sein Schwefelgehalt sichern die Diagnose. — Mit den festen Proteinverbindungen, dem Hornstoff und Chitin kann es nicht verwechselt werden wegen seiner Krystallisirbarkeit aus Auflösungen in Säuren und Alkalien, von den flüssigen Proteinverbindungen, dem Pepsin, den extractartigen Stoffen und Leimarten unterscheidet es sich durch seine Unlöslichkeit in Wasser, eben dadurch von den Zuckerarten und dem Harnstoff, von den Fetten durch seine Unlöslichknit in Alkohol.

Seine Bestimmung bei quantitativen Analysen ist gewöhnlich leicht, da es meist im festen Zustande vorkommt und selten bedeutend verunreinigt ist. Man reinigt es durch Auflösen in Ammoniak und Fällen aus dieser Lösung mit Essigsäure.

32. Harnoxyd, harnige Säure, Xanthic-Oxyd.

($C5\ H4\ N4\ O2$.)

Vorkommen. Sehr selten, nur pathologisch in Harnsteinen.

Physikalische Eigenschaften. Harnsteine, welche aus Harnoxyd bestehen, sind an der Oberfläche bald glatt und glänzend, bald erdig und weisslich; sind ziemlich hart. Im Bruche haben sie eine bräunliche Fleischfarbe, bestehen aus concentrisch-schaligen Lagen ohne krystallinisches Gefüge. Beim Reiben oder Schaben bekommen sie Wachsglanz (Liebig und Wöhler).

Chemisches Verhalten (nach Liebig und Wöhler). Das Harnoxyd ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether. In Salpetersäure löst es sich beim Erwärmen ohne Gasentwickelung; diese Auflösung hinterlässt beim Verdunsten eine lebhaft citronengelb gefärbte Masse, welche nicht von Wasser, wohl aber von kaustischem Kali mit tiefrothgelber Farbe auf-

gelöst wird. Aus dieser Auflösung wird sie durch Salmiak wieder mit gelber Farbe gefällt.

In concentrirter Schwefelsäure löst sich das Harnoxyd mit gelblicher Farbe; durch Wasser wird es aus dieser Auflösung nicht gefällt. In Salzsäure und Oxalsäure ist es nicht oder nur sehr wenig löslich.

Es ist löslich in kaustischem Ammoniak und kaustischem Kali; aus der Auflösung in Kali wird es nicht durch Salmiak, wohl aber durch einen Ueberschuss von Kohlensäure vollkommen gefällt.

Durch Erhitzen wird es zerstört unter Entwicklung eines eigenthümlichen Harngeruchs.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen kann das Harnoxyd wegen seines Vorkommens höchstens mit Cystin und Harnsäure verwechselt werden. Seine Unterscheidung von dieser siehe bei der Harnsäure. Von dem Cystin unterscheidet es sich durch seine Unlöslichkeit in Salzsäure und Oxalsäure. Bei quantitativen Analysen hat die Trennung des Harnoxyds gewöhnlich keine grossen Schwierigkeiten, da es meist ziemlich rein vorkommt. Ist es verunreinigt, so reinigt man es durch Auflösen in Kali oder Ammoniak und Fällung aus dieser Auflösung mittelst Salzsäure. Vom Cystin befreit man es durch Ausziehen des ersteren mit Salzsäure; seine Trennung von der Harnsäure siehe bei dieser.

33. Allantoin.

($C4\ H6\ N4\ O3$ nach Liebig u. Wöhler.)

Vorkommen. Beim Menschen problematisch: in der Allantois-Flüssigkeit der Kuh.

Physikalische Eigenschaften. Das Allantoin bildet wasserhelle, glasglänzende, farblose, klare prismatische Krystalle mit rhomboedrischer Grundform (Liebig und Wöhler).

Chemisches Verhalten. Nach Liebig und Wöhler löst sich das Allantoin in 160 Theilen kaltem, leichter in heissem Wasser; es löst sich in heissem Alkohol. Es ist löslich in Salpetersäure, wird durch Kochen mit derselben und eben so durch Erwärmen mit concentrirter Schwefelsäure zersetzt. Von kohlensauren und ätzenden Alkalien wird es in der Wärme ohne Veränderung

aufgelöst. Eine Auflösuug von Allantoin in heissem Wasser, der man etwas Ammoniak hinzugefügt hat, bringt in einer Lösung von salpetersaurem Silberoxyd einen weissen Niederschlag hervor.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt das Allantoin an seinem Vorkommen und an den oben erwähnten physikalischen und chemischen Eigenschaften. Ueber seine qualitative und quantitative Bestimmung bei Analysen, wenn es mit mehreren anderen Stoffen gemengt vorkommt, fehlen noch die Untersuchungen.

Achte Gruppe.

Thierische Säuren.

Die hier zusammengestellten Stoffe, zu denen auch die bereits beschriebenen Fettsäuren gehören, zeichnen sich dadurch aus, dass sie in ihren Auflösungen, wenn sie frei, an keine Basis gebunden vorkommen, Lacmuspapier röthen; sie können sich mit Basen zu Salzen verbinden. Die thierischen Säuren zerfallen in zwei Unterabtheilungen.

A. Flüchtige Säuren.

Zu diesen gehört ausser der hier anzuführenden noch die schon früher erwähnte Buttersäure. Die flüchtigen Säuren haben alle einen eigenthümlichen, starken Geruch und lassen sich in ihrer wässerigen Auflösung bei der Temperatur des kochenden Wassers unverändert in die Vorlage überdestilliren. Wird zu einer Auflösung derselben oder ihrer Salze in Wasser eine Auflösung eines Eisenoxydsalzes (Eisenchlorid u. s. w.) gesetzt, so wird durch Zusatz von Ammoniak der ganze Eisengehalt der Flüssigkeit gefällt.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt bei qualitativen Analysen die flüchtigen Säuren 1. an ihrem Geruch; sind sie an Basen gebunden, so erscheint der Geruch, wenn man Schwefelsäure zusetzt und das Gemisch erwärmt. 2. Daran, dass sie beim Destilliren unverändert in die Vorlage übergehen; sind sie an Basen gebunden, so muss man ihre Salze vorher durch Schwefelsäure zersetzen. Im Destillat erkennt man ihre Gegenwart durch den eigenthümlichen Geruch, der nie fehlt, wenn ihre Menge nicht gar zu geringe ist; und durch die Röthung

des Lacmuspapiers. Man kann sie nur mit Mineralsäuren, die gleichfalls beim Destilliren in die Vorlage übergehen könnten, mit Salpetersäure, Salzsäure, namentlich aber mit Kohlensäure verwechseln. Die Unterscheidung dieser Mineralsäuren von den flüchtigen thierischen Säuren ist gewöhnlich leicht (s. die genannten Mineralsäuren).

Eine Verwechslung mit anderen thierischen Stoffen ist nicht wohl möglich.

Bestimmung bei quantitativen Analysen. Man bestimmt sie am besten durch Destillation, nachdem man die Salze derselben vorher durch Schwefelsäure zerlegt hat. Das saure Destillat sättigt man sehr vorsichtig mit einer Base, Kalk, Baryt u. s. w. dampft die Flüssigkeit ab und bestimmt die Menge der Säure aus dem Gewicht des erhaltenen Salzes. Enthält das Destillat noch andere thierische Stoffe, so ist die Trennung der Säuren von diesen gewöhnlich sehr schwierig.

34. Essigsäure.

($C4\ H6\ O3$.)

Vorkommen. Selten, nur bisweilen pathologisch in ausgebrochenen Flüssigkeiten.

Chemisches Verhalten. Die Essigsäure ist löslich in Wasser und Alkohol, ebenso die meisten essigsauren Salze. Wird die Auflösung eines neutralen essigsauren Salzes mit einer Auflösung von Eisenchlorid versetzt, so nimmt die Flüssigkeit eine intensiv blutrothe Farbe an. Dasselbe geschieht, wenn freie Essigsäure, der man Eisenchlorid zugesetzt hat, durch Ammoniak neutralisirt wird. Durch einen Ueberschuss von Ammoniak wird das Eisen aus der Flüssigkeit vollständig gefällt.

Freie Essigsäure wird durch salpetersaures Silberoxyd nicht getrübt; in der Lösung eines neutralen essigsauren Salzes dagegen entsteht durch salpetersaures Silber ein Niederschlag von essigsaurem Silberoxyd, der aber in vielem Wasser löslich ist.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul entsteht sowohl in freier Essigsäure, als in einer Lösung neutraler essigsaurer

Salze ein krystallinischer Niederschlag von essigsaurem Quecksilberoxydul, der beim Erhitzen verschwindet, beim Erkalten der Flüssigkeit aber wieder erscheint.

Durch Schwefelsäure werden die essigsauren Salze zersetzt und entwickeln beim Erhitzen den eigenthümlichen Geruch der Essigsäure.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die Essigsäure an den Eigenschaften der flüchtigen Säuren überhaupt, dann daran, dass eine mit Ammoniak gesättigte Auflösung derselben beim Zusatz von Eisenchlorid eine blutrothe Farbe annimmt. Sie kann daher mit keinem der vorhergehenden Stoffe, die Buttersäure ausgenommen, verwechselt werden. Von dieser unterscheidet man sie durch den verschiedenen Geruch und dadurch, dass sie nicht wie diese aus ihrer concentrirten wässerigen Lösung durch Phosphorsäure gefällt wird, auch auf Papier keine Fettflecke macht.

Die quantitative Bestimmung der Essigsäure wird wohl nur selten bei zoochemischen Untersuchungen nöthig. Ist die Essigsäure in einem Destillat enthalten und nicht mit anderen Stoffen vermengt, so bestimmt man sie am besten als essigsauren Kalk oder Baryt. Man setzt eine hinreichende Menge kaustischen Kalk oder Baryt zur Flüssigkeit, fällt den Ueberschuss der Base durch hineingeleitete Kohlensäure (die überschüssige Kohlensäure wird durch Erhitzen vertrieben), filtrirt. Das Filtrat wird zur Trockne verdampft und aus dem Gewicht des Rückstandes das der Essigsäure bestimmt. 100 Theile essigsaurer Baryt (mit 1 aq.) enthalten 37,5 Th. wasserfreie Essigsäure; 100 Theile essigsaurer Kalk (bei 100° getrocknet) enthalten 65,5 Th. wasserfreie Essigsäure. Enthält das Destillat ausser Essigsäure noch andere Stoffe, die nicht durch salpetersaures Silberoxyd gefällt werden, so kann man die Essigsäure auch als essigsaures Silberoxyd bestimmen, indem man die Flüssigkeit genau mit Ammoniak sättigt (ein Ueberschuss von Ammoniak löst das essigsaure Silber wieder auf), durch

salpetersaures Silber die Essigsäure fällt, den Niederschlag trocknet und wägt. 100 Theile essigsaures Silberoxyd entsprechen 30,7 Theilen wasserfreier Essigsäure.

Wir übergehen hier die Ameisensäure, da sie wohl nie fertig gebildet im menschlichen Körper vorkommt.

B. Nicht flüchtige Säuren.

Sie verflüchtigen sich nicht wie die ebengenannten bei der Temperatur des kochenden Wassers; ihre Auflösungen röthen Lacmus; wird ihren Auflösungen oder denen ihrer Salze eine Lösung von Eisenchlorid zugesetzt, so wird dies Eisen durch einen Ueberschuss von Ammoniak nicht gefällt.

35. Milchsäure.

(C 6 H 10 O 5.)

Vorkommen. Fast in allen Flüssigkeiten und Säften des menschlichen Körpers, theils frei, theils an Basen gebunden.

Chemisches Verhalten. Die Milchsäure ist löslich in Wasser und Alkohol, ebenso die meisten milchsauren Salze. Sie wird aus ihrer wässerigen Lösung nicht durch Säuren und Alkalien gefällt; ebensowenig Lösungen ihrer Salze.

Auflösungen von Milchsäure sowohl, als milchsauren Salzen (mit alkalischer Basis, wie sie im Körper vorkommen) werden nicht gefällt durch Chlorcalcium und Chlorbaryum, nicht durch salpetersaures Silber (doch trübt sich die Flüssigkeit nach einiger Zeit durch reducirtes Silber), nicht durch neutrales und basisch-essigsaures Bleioxyd, nicht durch Quecksilberchlorid.

Wird Eisenchlorid zu einer Auflösung eines neutralen milchsauren Salzes oder zu einer durch Ammoniak gesättigten Lösung von Milchsäure gesetzt, so nimmt die Flüssigkeit keine blutrothe Farbe an und das Eisenoxyd wird durch einen Ueberschuss von Ammoniak sogleich nicht gefällt; erst nach einiger Zeit entsteht eine Trübung und allmählig ein Niederschlag von Eisenoxyd. In sehr verdünnten Lösungen von Milchsäure und

milchsauren Salzen entsteht jedoch sogleich ein Niederschlag von Eisenoxyd.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul entsteht in einer Lösung von Milchsäure, wenn sie nicht sehr verdünnt ist, sogleich ein weisser Niederschlag von milchsaurem Quecksilberoxydul.

Werden milchsaure Salze, deren Basis feuerbeständig ist, geglüht und eingeäschert, so bleibt die Basis als kohlensaures Salz zurück.

Bestimmung bei der Analyse. Bei qualitativen Analysen erkennt man die freie Milchsäure an der sauren Reaction, man unterscheidet sie von den flüchtigen Säuren dadurch, dass sie beim Destilliren der Flüssigkeit nicht in die Vorlage übergeht, ferner dadurch, dass bei Zusatz von Eisenchlorid, wenn die Flüssigkeit mit Ammoniak übersättigt wird, nicht sogleich ein Niederschlag von Eisenoxyd erfolgt. Das letztere Verhalten unterscheidet sie auch von den später zu beschreibenden Mineralsäuren. Von den fixen Fettsäuren unterscheidet man sie durch ihre Löslichkeit in Wasser und durch das Verhalten unter dem Mikroskop, indem eine Lösung von Milchsäure nach dem Verdunsten weder die Krystalle der Margarin- und Stearinsäure, noch die Oeltropfen der Elainsäure zurücklässt. — Schwieriger erkennt man die milchsauren Salze. Man kann auf ihre Gegenwart schliessen, wenn der Alkoholextract (vorausgesetzt, dass er weder Salze flüchtiger Säuren noch fettsaure Salze enthält), welcher Lacmuspapier röthete, oder wenigstens geröthetes nicht blaute, nach dem Einäschern mit destillirtem Wasser befeuchtet, das geröthete Lacmuspapier deutlich bläut. Die milchsauren Salze sind in diesem Falle durch das Einäschern in kohlensaure verwandelt worden. Doch ist dieses Erkennungsmittel nur anwendbar, wenn die Milchsäure an feuerbeständige Basen gebunden war; milchsaures Ammoniak verflüchtigt sich beim Glühen vollständig.

Noch schwieriger ist die Bestimmung der Milchsäure bei quantitativen Analysen. Ist Milchsäure allein in einer

Flüssigkeit zugegen, so kann man sie durch Abdampfen derselben erhalten; doch ist hierbei nicht zu vergessen, dass die Milchsäure sehr hygroskopisch ist, mit grosser Begierde Wasser aus der Luft anzieht — Milchsaure Salze kann man nur annähernd dadurch bestimmen, dass man sie durch Ausziehen mit Wasser von festen Theilen, durch Abdampfen des Wasserextractes und Ausziehen mit Alkohol von den in Alkohol unlöslichen Stoffen so gut als möglich trennt. Ihre Bestimmung wird dadurch doppelt schwierig, dass sie gewöhnlich nur in geringer Menge vorkommen.

36. Harnsäure.

(*C* 10 *N* 8 *H* 8 *O* 6.)

Vorkommen. Im Urin, in Harnsteinen, in den Concrementen Gichtkranker.

Physikalische Eigenschaften. Die Krystalle der Harnsäure erscheinen unter dem Mikroskop als rhombische Tafeln, deren stumpfe Ecken meist abgerundet sind; in grösseren Massen zu rosettenartigen Gruppen verbunden. Im reinen Zustande sind sie farblos, häufig aber durch Urinfarbestoff roth gefärbt (s. T. III. Fig. 10).

Chemisches Verhalten. Die Harnsäure löst sich sehr schwer in kaltem (kaum in 1000 Theilen), etwas leichter, doch immer noch in sehr geringer Menge in heissem Wasser. Sie löst sich in concentrirter Schwefelsäure und wird daraus durch Wasser gefällt. In concentrirter Salzsäure ist sie wenig löslich.

Durch Salpetersäure wird sie beim Erwärmen aufgelöst (unter Zersetzung), wird diese Lösung abgedampft und mit Ammoniak übersättigt, so nimmt sie eine intensive Purpurfarbe an und löst sich leicht in Wasser mit purpurrother Farbe.

Sie löst sich in einer Auflösung von Borax, ist löslich in kaustischen und kohlensauren Alkalien.

In Alkohol und Aether ist sie vollkommen unlöslich.

Durch Glühen wird sie zerstört und vollkommen verflüchtigt.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt bei qualitativen Untersuchungen die Harnsäure sehr leicht an ihrem Verhalten zur Salpetersäure. Bringt man etwas von der zu untersuchenden Substanz auf ein Platinblech, setzt einige Tropfen Salpetersäure zu und erwärmt die Mischung über der Spirituslampe, so wird die Harnsäure sogleich unter Gasentwickelung aufgelöst. Fügt man nun einen Ueberschuss von Ammoniak hinzu und erwärmt die Mischung, so nimmt die Auflösung beim Vertrocknen eine intensiv purpurrothe Farbe an. Diese Reaction ist so charakteristisch, dass man die Harnsäure mit keinem anderen Stoffe verwechseln kann. — Auch unter dem Mikroskop erkennt man an der eigenthümlichen Krystallform die Harnsäure sogleich. Besteht ein Niederschlag nicht aus Harnsäure, sondern aus einem harnsauren Salz (harnsaurem Ammoniak), so braucht man nur etwas Essigsäure zuzusetzen und man wird nach einigen Minuten die eigenthümlichen Krystalle der Harnsäure erscheinen sehen.

Quantitative Bestimmungen der Harnsäure kommen gewöhnlich nur bei Untersuchungen von Urin vor. Sie haben, wenn sie genau werden sollen, deshalb einige Schwierigkeit, weil die Harnsäure meist nur in geringer Menge im Urin enthalten ist. Man dampft den Harn bis auf $\frac{1}{4}$ seines ursprünglichen Volumens ein und setzt eine gleiche Quantität starken Alkohol hinzu, wodurch die Harnsäure gefällt wird. Durch Auskochen mit Alkohol kann man die Harnsäure noch weiter reinigen. — Die Trennung der Harnsäure vom Harnoxyd und Cystin kommt selten vor; wir verweisen deshalb auf die folgenden Bände.

B. Bei zoochemischen Analysen vorkommende unorganische Stoffe.

Wie man unorganische Substanzen überhaupt von organischen unterscheiden kann, ist schon früher angegeben worden. Auf ähnliche Weise erkennt man, ob eine Substanz organischen Ursprungs unorganische Theile enthält. Man verbrennt eine

kleine Menge der zu prüfenden Substanz in einem Platinlöffel, einem dünnen Porcellanschälchen etc., und setzt so lange Salpetersäure oder salpetersaures Ammoniak zu, bis alle Kohle vollständig verbrannt ist (s. den §, der vom Einäschern handelt). Bleibt nach dem vollständigen Einäschern ein Rückstand, so sind unorganische Theile zugegen, die entweder der organischen Substanz blos beigemengt waren, oder integrirende Theile ihrer Grundstoffe bildeten. Bleibt kein Rückstand, so darf man darum noch nicht schliessen, dass gar keine unorganischen Bestandtheile zugegen sind, denn auch einige unorganische Substanzen, Kohlensäure, Salpetersäure, Chlor, Jod, Ammoniak und dessen meiste Salze etc. sind nicht feuerbeständig und verflüchtigen sich beim Glühen vollständig.

Auch dann, wenn man die in thierischen Substanzen enthaltenen unorganischen Bestandtheile genauer qualitativ oder quantitativ bestimmen will, muss man die Substanz gewöhnlich vorher einäschern, weil die charakteristischen Reactionen, an denen man die verschiedenen unorganischen Stoffe erkennt, durch die Gegenwart organischer Materien häufig verhindert oder verändert werden. Solche unorganische Stoffe, die nicht feuerbeständig sind, also durch das Einäschern verflüchtigt werden, muss man natürlich besonders bestimmen.

Wir geben im Folgenden eine kurze Anleitung zur Entdeckung derjenigen unorganischen Stoffe, welche bei zoochemischen Untersuchungen am häufigsten vorkommen. Für die Bestimmung der übrigen und für ganz besondere Fälle, wo eine kurze Anleitung nicht ausreicht, namentlich bei quantitativen Analysen (doch sind quantitative Analysen unorganischer Stoffe bei zoochemischen Analysen, wie wir sie hier voraussetzen, nur selten nöthig), verweisen wir auf das vortreffliche Werk von **Heinr. Rose** „Handbuch der analytischen Chemie. Vierte Aufl. Berlin 1838. 2 Bde."

Wir theilen der leichteren Uebersicht wegen die unorganischen Stoffe in 3 Abtheilungen: 1. **Säuren**, 2. **Basen**, 3. **Gase**.

I. Säuren.

1. Kohlensäure.

(CO_2.)

a. Freie Kohlensäure.

Vorkommen. Sie findet sich in einigen thierischen Flüssigkeiten aufgelöst, namentlich im Blute und kann daraus durch Durchleiten anderer Gase, aus nicht eiweisshaltigen Flüssigkeiten auch durch Erhitzen derselben ausgetrieben werden. — Ihre qualitative und quantitative Bestimmung s. bei den Gasen.

b. Kohlensaure Salze.

Vorkommen. Sie finden sich aufgelöst in vielen Flüssigkeiten des menschlichen Körpers, namentlich im Blute. Im festen Zustande in manchen Concrementen.

Chemisches Verhalten. Kohlensaures Kali, Natron und Ammoniak sind in Wasser löslich; kohlensaure Magnesia ist sehr wenig, kohlensaurer Kalk gar nicht in Wasser löslich (wenn dieses keine freie Kohlensäure enthält).

In Flüssigkeiten, welche freie Säure enthalten, Fettsäuren ausgenommen, können keine kohlensauren Salze vorkommen, weil diese durch Säuren zersetzt werden.

Nach dem Einäschern thierischer Substanzen enthält der Rückstand fast immer kohlensaure Salze; diese waren aber nicht immer als solche vor dem Einäschern vorhanden, gewöhnlich entstehen sie durch Zersetzung organisch-saurer Salze mit fixen Basen. Beim Verbrennen wird die organische Säure zersetzt und geht in Kohlensäure über; sie bleibt als solche mit der Basis des Salzes verbunden.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die kohlensauren Salze daran, dass sie mit Wasser befeuchtet alkalisch reagiren und durch verdünnte Salzsäure (oder jede andere Säure) unter Aufbrausen (Entwickelung von gasförmiger Kohlensäure) zersetzt werden. Dieses Aufbrausen charakterisirt sie hinlänglich. Will man sich noch bestimmter von der Gegenwart der Kohlensäure überzeugen, oder sie quantitativ bestim-

men; so fängt man sie als Gas auf und bestimmt sie auf die bei den Gasen angegebene Weise.

2. Schwefelsäure.

(SO_3.)

Vorkommen. Freie Schwefelsäure kommt bei zoochemischen Untersuchungen nicht leicht vor; schwefelsaure Salze dagegen, namentlich schwefelsaures Kali, finden sich im menschlichen Körper und in dessen Flüssigkeiten nicht selten. — Die im eingeäscherten Rückstand einer thierischen Substanz enthaltene Schwefelsäure war nicht immer als solche in der Substanz enthalten, sie bildet sich bisweilen aus Schwefel, der einen integrirenden Bestandtheil mancher organischen Grundstoffe bildet, durch das Einäschern mit Zusatz von Salpetersäure.

Bestimmung bei der Analyse. Die freie Schwefelsäure und die mit Basen verbundene wird ganz auf dieselbe Weise bestimmt. Man erkennt ihre Gegenwart theils in Flüssigkeiten, theils in der wässerigen Lösung des eingeäscherten Rückstandes, daran, dass durch eine Auflösung von Chlorbaryum ein weisser Niederschlag entsteht, der durch freie Salzsäure nicht aufgelöst wird. Erhält man in der wässerigen Lösung eines durch Einäschern erhaltenen Rückstandes durch Chlorbaryum einen weissen Niederschlag, der durch Salzsäure nicht aufgelöst wird, so ist dies ein sicheres Zeichen von der Gegenwart freier Schwefelsäure oder schwefelsaurer Salze. In Flüssigkeiten, welche noch organische Substanzen enthalten, ist der Niederschlag durch Chlorbaryum kein so sicheres Zeichen. —

Quantitativ bestimmt man die Schwefelsäure dadurch, dass man den durch Chlorbaryum erhaltenen Niederschlag auf dem Filtrum mit destillirtem Wasser, dem etwas Salzsäure zugesetzt wird, auswäscht, ihn trocknet und wägt. 100 Theile dieses Niederschlages (schwefelsaurer Baryt) enthalten 34 Theile Schwefelsäure.

3. Salzsäure.

($Cl\,2\,H\,2$.)

Vorkommen. Sowohl freie Salzsäure (im Magensaft), als salzsaure Salze (Chlorverbindungen) kommen bei zoochemischen Untersuchungen häufig vor. Fast jede thierische Flüssigkeit enthält Kochsalz und Salmiak; seltener stösst man auf salzsaures Kali und salzsauren Kalk.

Bestimmung bei der Analyse. Chlor, freie Salzsäure und salzsaure Salze (Chlorverbindungen) werden ganz auf dieselbe Weise bestimmt. Chlornatrium, Chlorkalium und Chlorcalcium sind feuerbeständig; diese bestimmt man daher am sichersten in der eingeäscherten Substanz. Bei ihrer Gegenwart entsteht in der wässerigen Lösung der Asche durch salpetersaures Silber ein weisser Niederschlag (Chlorsilber), der allmählich eine dunkelgraue Farbe annimmt, wenn er dem Lichte ausgesetzt ist. Dieser Niederschlag wird durch Salpetersäure nicht aufgelöst, löst sich aber in Ammoniak. Bei eingeäscherten Substanzen zeigt diese Reaction die Gegenwart von Chlor mit Sicherheit an.

Chlor, freie Salzsäure und Chlorammonium (Salmiak) sind nicht feuerbeständig, sie dürfen daher nicht in der Asche gesucht, sondern müssen in der ursprünglichen Substanz bestimmt werden. Sie sind in Wasser löslich: man erkennt sie gleichfalls an dem weissen, in Säuren unlöslichen, in Ammoniak löslichen Niederschlag, den salpetersaures Silber in ihrer wässerigen Lösung hervorbringt. Doch ist in Flüssigkeiten, welche organische Stoffe enthalten, diese Reaction nicht ganz sicher, da auch viele organische Grundstoffe mit salpetersaurem Silber weisse Niederschläge geben. Einigermaassen giebt hier die mikroskopische Untersuchung des Niederschlags Aufschluss. Chlorsilber erscheint nämlich unter dem Mikroskop gewöhlich in wurstförmigen Massen von bräunlicher Farbe, die Verbindungen von organischen Stoffen mit Silberoxyd dagegen sind gewöhnlich farblos. Doch giebt dies Unterscheidungszeichen nur Wahrscheinlichkeit, keine vollkommene Sicherheit. — Den Salmiak er-

kennt man auch sehr leicht und durch die mikroskopisch-chemische Analyse an den eigenthümlichen farrenkrautartigen Gruppen, welche seine Krystalle unter dem Mikroskop darstellen.

Bei quantitativen Analysen werden freies Chlor, freie Salzsäure und das Chlor in Chlorverbindungen dadurch bestimmt, dass man das Chlor durch salpetersaures Silber fällt und das erhaltene Chlorsilber wägt. Man hat dabei folgende Vorsichtsmaassregeln zu beobachten: Die Flüssigkeit wird mit etwas Salpetersäure angesäuert, gekocht, damit der Niederschlag sich leichter zu Boden setzt; nach 12 stündigem Stehen wird die obenstehende Flüssigkeit sorgfältig abgegossen und der Niederschlag auf einem möglichst kleinen Filtrum gesammelt. Man wäscht ihn auf diesem mit destillirtem Wasser aus, dessen erster Portion man etwas Salpetersäure zugesetzt hat, weil sonst die Flüssigkeit leicht milchig durchs Filtrum läuft, trocknet, verbrennt das Filtrum und schmilzt das Chlorsilber in einem Platintiegel, damit alles Wasser entfernt wird. 100 Theile geschmolzenes Chlorsilber entsprechen 24,67 Theilen Chlor und 25,37 Theilen Salzsäure.

4. Salpetersäure.

(N_2O_5.)

Vorkommen. Salpetersäure und salpetersaure Salze kommen bei zoochemischen Analysen sehr selten vor, im normalen Zustande wahrscheinlich nie, doch soll die Salpetersäure sich bisweilen pathologisch im Urin finden.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die salpetersauren Salze daran, dass sie auf Kohle vor dem Löthrohr bis zum Glühen erhitzt, mit Lebhaftigkeit verpuffen (diese Eigenschaft theilen die chlorsauren und die knallsauren Salze mit ihnen, beide kommen aber bei zoochemischen Untersuchungen zu selten vor, um zu Verwechslungen Anlass geben zu können).

Die quantitative Bestimmung der Salpetersäure ist nicht ganz leicht, kann gewöhnlich nur auf Umwegen geschehen

und kommt bei Untersuchungen, wie sie die gegenwärtige Anleitung voraussetzt, so selten vor, dass wir sie übergehen können. Das Genauere s. bei Rose Bd. 2. S. 580 ff.

5. Phosphorsäure.

($P\,2\,O\,5.$)

Vorkommen. Sie findet sich sehr häufig im Körper, seltner frei, gewöhnlich an Natron, Kali, Ammoniak, Magnesia und Kalk gebunden, in den meisten Flüssigkeiten und in vielen festen Theilen, namentlich in den Knochen. — Nicht alle Phosphorsäure, die man in der Asche findet, ist als solche im Körper enthalten; sie bildet sich bisweilen erst beim Einäschern mit Salpetersäure aus dem Phosphor, welcher einen integrirenden Theil mehrerer organischen Grundstoffe bildet.

Bestimmung bei der Analyse. Da die phosphorsauren Salze feuerbeständig sind, so sucht man sie am besten in der Asche organischer Substanzen. Die Auffindung der Phosphorsäure ist jedoch nicht immer ganz leicht. Sind die phosphorsauren Salze in Wasser löslich (es sind dies nur die neutralen alkalischen Salze; phosphorsaures Kali, Natron und Ammoniak), so erkennt man die Gegenwart der Phosphorsäure daran, dass salpetersaures Silber in der wässerigen Lösung dieser Salze einen gelben Niederschlag hervorbringt, der sowohl in freier Salpetersäure, als in freiem Ammoniak auflöslich ist (frisch geglühtes phosphorsaures Natron giebt jedoch mit salpetersaurem Silber keinen gelben, sondern einen weissen Niederschlag).

Die Verbindungen der Phosphorsäure mit den alkalischen Erden, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia und phosphorsaurer Kalk sind in Wasser und Alkalien unlöslich, lösen sich aber in verdünnten Säuren. Man erkennt sie daran, dass sie aus ihren sauren Auflösungen durch Uebersättigen derselben mit Ammoniak mit weisser Farbe gefällt werden. Ganz sicher ist diese Reaction aber nur dann, wenn man die Substanz vorher eingeäschert hat, denn auch einige organische Säuren werden in ih-

ren Verbindungen mit Kalk und Magnesia aus ihren sauren Auflösungen durch Ammoniak gefällt.

Man kann sich von der Gegenwart der Phosphorsäure auch dadurch überzeugen, dass man das phosphorsaure Salz mit etwas Schwefelsäure befeuchtet der inneren Löthrohrflamme aussetzt; man erhält dann eine grünliche Färbung der äusseren Löthrohrflamme. Doch ist diese Methode nicht ganz sicher.

Die quantitative Bestimmung der Phosphorsäure ist gleichfalls in der Regel mit Schwierigkeiten verbunden. Am ersten gelingt es noch, die Quantitäten von phosphorsaurem Kalk und phosphorsaurer Ammoniak-Magnesia zu bestimmen, wenn man den eingeäscherten Rückstand, welcher diese Substanzen enthält, in etwas verdünnter Salzsäure auflöst, jene Stoffe durch Uebersättigung mit Ammoniak ausfällt, auf einem Filtrum sammelt, mit ammoniakalischem Wasser auswäscht und trocknet.

6. Fluorwasserstoffsäure.

(*F* 2 *H* 2.)

Vorkommen. Als Fluorcalcium in den Knochen, namentlich in den Zähnen.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Gegenwart des Fluor und der Fluorwasserstoffsäure am sichersten an der Eigenschaft der letzteren, das Glas zu ätzen. Am leichtesten überzeugt man sich von ihrer Gegenwart auf folgende Weise: In einem Platintiegel übergiesst man etwas von der zu untersuchenden Substanz mit Schwefelsäure. Der Platintiegel wird mit einer Glasplatte bedeckt, die man mit Wachs überzogen hat: in diesen Wachsüberzug rizt man mit einer Nadel willkührliche Figuren oder Linien ein, so dass an diesen Stellen die Oberfläche des Glases entblösst wird. Der Platintiegel wird erwärmt: die Schwefelsäure zersetzt das Fluormetall; es entweicht Fluorwasserstoffsäure in Gasform, welche die blossgelegten Stellen der Glasplatte äzt. Die Glasplatte wird abgenommen, das Wachs abgeschabt. Man erkennt die Aetzung

sehr deutlich: ist sie nur schwach, so wird sie durch Anhauchen des Glases deutlicher.

Hat man keinen Platintiegel, so kann man die zerriebene Substanz, mit Schwefelsäure zu einem Brei angemacht, unmittelbar auf die mit Wachs überzogene und gerizte Glasplatte auftragen. Nach längerer Einwirkung wäscht man die Platte ab und entfernt das Wachs. Die Einwirkung ist aber hier weniger stark, als bei obigem Verfahren.

Wegen der quantitativen Bestimmung der Fluorwasserstoffsäure und des Fluors müssen wir auf das erwähnte Werk von Rose verweisen.

II. Alkalien.

7. Ammoniak.

($N\,2\,H\,6$)

Vorkommen. Ammoniaksalze finden sich in allen thierischen Flüssigkeiten; überdies lässt sich unter gewissen Verhältnissen aus allen stickstoffhaltigen Substanzen Ammoniak entwickeln.

Bestimmung bei der Analyse. Das Ammoniak ist flüchtig uud alle Ammoniaksalze werden beim Glühen zersetzt oder verflüchtigt. Man darf daher das Ammoniak nicht im eingeäscherten Rückstande aufsuchen.

Freies Ammoniak ist schon bei gewöhnlicher Temperatur flüchtig, noch leichter beim Erhitzen: man erkennt es: 1. an seinem eigenthümlichen Geruch; 2. daran, dass ein über die ammoniakalische Flüssigkeit gehaltenes geröthetes, vorher befeuchtetes, Lacmuspapier durch die Dämpfe des Ammoniaks gebläut wird, vorzüglich wenn die Flüssigkeit erwärmt wird; 3. daran, dass ein über die Flüssigkeit gehaltener mit nicht rauchender Salzsäure befeuchteter Glasstab weisse Nebel (Salmiak) entwickelt.

Ist das Ammoniak nicht frei, sondern mit einer Säure verbunden, so entdeckt man es dadurch, dass man die Substanz, wenn sie fest ist, mit Kalilauge kocht, wenn sie flüssig ist, mit

kaustischem Kali oder Kalk zusammenreibt: in beiden Fällen entwickeln sich Ammoniakdämpfe, welche entweder durch den Geruch oder durch die angegebenen Reactionen entdeckt werden. Aus diesem Verfahren kann man aber nicht immer mit Sicherheit schliessen, dass die so behandelte Substanz fertig gebildete Ammoniaksalze enthalte, denn jede stickstoffhaltige Substanz entwickelt, wie bereits erwähnt, bei dieser Behandlung Ammoniak.

Man erkennt daher die Ammoniaksalze (schwefelsaures Ammoniak, Chlorammonium [Salmiak], phosphorsaures Ammoniak), welche alle in Wasser löslich sind, besser durch die mikroskopische Analyse (s. diese), indem man einen Tropfen der wässerigen Auflösung verdunsten lässt, und aus der Krystallform die Natur der Salze bestimmt. Diese Methode giebt ganz sichere Resultate, wenn man sie mit der chemischen Untersuchung verbindet und durch diese vorher die mit dem Ammoniak verbundenen Säuren bestimmt. Nur kohlensaures Ammoniak kann auf diese Weise nicht entdeckt werden, da es sich leicht in der Wärme verflüchtigt.

Wir übergehen die quantitative Bestimmung des Ammoniaks und seiner Salze, da sie bei zoochemischen Untersuchungen selten vorkommt und überdies schwierig ist. Das Nähere s. bei Rose.

8. Kali.

(*K O*)

Vorkommen. Kalisalze (schwefelsaures Kali, Chlorkalium, kohlensaures Kali) finden sich fast in allen Flüssigkeiten des menschlichen Körpers.

Bestimmung bei der Analyse. Das Kali ist feuerbeständig, man sucht es daher am besten im eingeäscherten Rückstande. Die Kalisalze sind alle im Wasser löslich.

Man erkennt freies Kali und Kalisalze daran, dass ihre wässerige concentrirte Lösung mit einem Ueberschuss von Weinsteinsäure versetzt nach einiger Zeit einen krystallini-

schen Niederschlag (doppelt weinsteinsaures Kali) bildet. Er besteht mikroskopisch untersucht aus farblosen rhombischen Tafeln, ähnlich denen der Harnsäure, theils vollkommen, theils und zwar gewöhnlich, mit Abstumpfung der spitzen Ecken.

Oder daran, das eine weingeistige Lösung von Platinchlorid mit ihnen einen dottergelben Niederschlag giebt, welcher unter dem Mikroskop als Anhäufungen von kleinen dunklen säulenförmigen Krystallen erscheint.

Beide Reagentien zeigen aber nur in eingeäscherten Substanzen die Gegenwart von Kali mit Sicherheit an; denn auch Ammoniaksalze geben in concentrirten Lösungen mit diesen Reagentien ähnliche Niederschläge.

Auch vor dem Löthrohr kann man Kalisalze daran erkennen, dass sie die äussere Löthrohrflamme violett färben. Man macht zu diesem Behufe etwas von dem eingeäscherten Rückstand mit Wasser zu einem Brei an und klebt es an die Oese des Platindrahtes; richtet man die Spitze der inneren Löthrohrflamme darauf, so färbt sich bei Gegenwart von Kali die äussere Flamme violett.

Die einzelnen Kalisalze unterscheidet man am besten durch die mikroskopische Analyse an ihrer verschiedenen Krystallform.

Wegen der genauen quantitativen Bestimmung des Kali, die bei zoochemischen Untersuchungen nur selten vorkommt, müssen wir auf Rose verweisen.

9. Natron.

($Na\,O$).

Vorkommen. Natronsalze, namentlich Chlornatrium (Kochsalz), finden sich fast in allen thierischen Flüssigkeiten.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Gegenwart von Natron am sichersten vor dem Löthrohr. Der eingeäscherte Rückstand wird mit etwas destillirtem Wasser befeuchtet und an die Oese des Platindrahtes geklebt. Leitet man die Spitze der inneren Löthrohrflamme darauf, so wird bei Gegenwart von Natron die äussere Flamme intensiv gelb

gefärbt. Diese Reaction ist sehr sicher, denn die gelbe Färbung der Flamme erfolgt selbst dann noch, wenn viel Kali zugegen ist.

Die Natronsalze (kohlensaures Natron, schwefelsaures Natron, Chlornatrium, phosphorsaures Natron) sind alle in Wasser löslich. Man unterscheidet sie am besten durch die mikrochemische Analyse.

Die quantitative Bestimmung des Natron s. bei Rose.

10. Kalk.

(*Ca O*).

Vorkommen. Kalksalze sind sehr häufig im Organismus, sowohl in Flüssigkeiten als in festen Theilen. Der Kalk kann vorkommen als organischsaurer (milchsaurer etc.), kohlensaurer, salzsaurer, schwefelsaurer, phosphorsaurer.

Bestimmung bei der Analyse. Da der Kalk nicht flüchtig ist, so bestimmt man ihn am besten im eingeäscherten Rückstande; dann ist jedoch der mit organischen Säuren verbunden gewesene in kohlensauren umgewandelt.

Chlorcalcium löst sich in Wasser, schwefelsaurer Kalk (Gyps) nur in vielem Wasser, kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk nur in Säuren (ersterer unter Aufbrausen und Zersetzung).

Sind die Kalksalze im Wasser löslich, so erkennt man sie daran, dass in ihren wässerigen Auflösungen (nach vorheriger Neutralisation) durch Oxalsäure ein weisser Niederschlag entsteht. Er bildet unter dem Mikroskop entweder feinkörnige Massen von dunkler Farbe, oder, wenn die Bildung des Niederschlags langsamer erfolgte, kleine glänzende oktaedrische Krystalle. In Ammoniak ist er unlöslich, löst sich aber in freier Säure (doch nur wenig in freier Oxalsäure). Diese Reaction ist sicher, wenn weder Baryt- noch Strontiansalze zugegen sind, die aber bei zoochemischen Untersuchungen selten oder nie vorkommen. Will man den Niederschlag noch genauer untersuchen, so kann man ihn auf einem Filtrum sammeln, auswaschen und glühen. Er wird dadurch in kohlensauren Kalk verwandelt, der sich in

Salzsäure unter Aufbrausen löst und nach Neutralisation der Säure mit Ammoniak durch Oxalsäure gefällt wird.

Die Erkennung des phosphorsauren Kalkes erfordert eine besondere Aufmerksamkeit. Dieser löst sich nicht in Wasser, wohl aber in Säuren (Salzsäure, Salpetersäure) und wird aus diesen sauren Auflösungen durch Uebersättigen mit Ammoniak unverändert wieder gefällt. Dies Verhalten unterscheidet ihn hinlänglich von den übrigen unorganischen Stoffen; seine Unterscheidung von der phosphorsauren Ammoniak-Magnesia s. bei dieser.

Die quantitative Bestimmung des phosphorsauren Kalkes hat keine grossen Schwierigkeiten. Man löst ihn in Salzsäure und fällt ihn aus dieser Auflösung durch Ammoniak; der erhaltene Niederschlag wird auf einem Filtrum gesammelt, ausgewaschen und getrocknet.

Die übrigen Kalksalze bestimmt man am genauesten als kohlensaure. Man fällt den Kalk auf die oben angegebene Weise durch Oxalsäure, wobei man aber darauf sehen muss, dass die Flüssigkeit durch Ammoniak gehörig neutralisirt wird, weil der Niederschlag in freier Oxalsäure nicht ganz unlöslich ist. Die Flüssigkeit wird gekocht und mehrere Stunden stehen gelassen, damit sich der Niederschlag besser absetzt; dann dieser auf einem Filtrum gesammelt, ausgewaschen und getrocknet. Der oxalsaure Kalk wird im Platintiegel geglüht, dadurch in kohlensauren verwandelt und als solcher gewogen. 100 Theile kohlensaurer Kalk enthalten 56 Theile Kalkerde.

11. Magnesia.

(*Mg O*).

Vorkommen. Magnesiasalze, namentlich phosphorsaure Magnesia, finden sich fast in allen thierischen Flüssigkeiten.

Bestimmung bei der Analyse. Die Magnesia ist feuerbeständig, man sucht sie daher am besten im eingeäscherten Rückstand. Am sichersten erkennt man sie vor dem Löthrohr daran, dass die magnesiahaltige Asche auf dem Platinbleche ge-

glüht, dann mit einer Auflösung von salpetersaurem Kobalt befeuchtet und mit der Löthrohrflamme behandelt, eine Fleischfarbe annimmt.

Phosphorsaure Magnesia insbesondere erkennt man daran, dass die wässerige Lösung derselben mit Ammoniak übersättigt, einen weissen Niederschlag bildet (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia), der, wenn er langsam entsteht, eine sehr eigenthümliche Krystallform zeigt, woran man ihn unter dem Mikroskop sehr leicht erkennt. Die Krystalle bilden dreiseitige Prismen, gewöhnlich mit Abstumpfung beider der einen Randkante entsprechenden Ecken; bisweilen sind auch zwei entsprechende, oder alle vier übrigen Ecken auf gleiche Weise abgestumpft (s. T. III. Fig. 11). Diese Krystalle finden sich sehr häufig im Stuhl, im Urin, ja fast in allen Flüssigkeiten des Körpers, wenn diese freies Ammoniak enthalten. Sie lösen sich nicht in Wasser, nicht in Ammoniak, wohl aber sehr leicht in freien Säuren, selbst in Essigsäure. Die eigenthümliche Kyrstallform dient, die phosphorsaure Ammoniak-Magnesia leicht vom phosphorsauren Kalk zu unterscheiden.

Quantitativ bestimmt man die phosphorsaure Ammoniakmagnesia ähnlich, wie es beim phosphorsauren Kalk angegeben wurde.

12. Kieselerde.

($Si\,O\,3$).

Vorkommen. In vielen Körpertheilen, aber immer nur in geringer Menge.

Bestimmung bei der Analyse. Man erkennt die Kieselerde in dem eingeäscherten Rückstand, in welchem man sie allein suchen wird, daran, dass sie in Wasser und Säuren unauflöslich ist. Sie bleibt also, wenn man den eingeäscherten Rückstand mit Wasser und Säuren auszieht, allein zurück. Auf diese Weise trennt man sie auch bei quantitativen Analysen.

Man erkennt noch genauer daran, dass der in Wasser und Säuren unauflösliche Theil der Asche aus Kieselerde besteht,

wenn man ihn vor dem Löthrohr auf Kohle mit kohlensaurem Natron zusammenschmilzt. Er bildet mit diesem unter Aufbrausen eine klare Perle, welche nach dem Erkalten ein Kügelchen von reinem farblosen und durchsichtigen Glase darstellt.

13. Eisen.

(*Fe*)

Vorkommen. In vielen thierischen Materien, vorzüglich in ziemlicher Quantität im rothen Farbestoff des Blutes.

Bestimmung bei der Analyse. Man sucht das Eisen nur im eingeäscherten Rückstande, aus dem man es durch verdünnte Salzsäure auszieht. Es kann als Eisenoxydul oder als Eisenoxyd darin enthalten sein.

Das Eisenoxydul erkennt man daran, dass in der mit Ammoniak fast neutralisirten Flüssigkeit durch Kaliumeisencyanid ein dunkelblauer Niederschlag entsteht, der unter dem Mikroskop als zarte sehr feinkörnige Massen von hellblauer Farbe erscheint und in Säuren unlöslich ist.

In einer Auflösung von Eisenoxyd entsteht durch Kaliumeisencyanid kein Niederschlag; dagegen bewirkt in dieser (wenn man die allzustarke saure Reaction etwas abgestumpft hat) Kaliumeisencyanür einen dunkelblauen, in Säuren unlöslichen Niederschlag, der unter dem Mikroskop ebenso wie der vorige, sehr feinkörnige, fast amorphe Massen von hellblauer Farbe darstellt.

Ebenso fällt *Infus. Gallarum* das Eisenoxyd aus neutralen Auflösungen mit schwarzer Farbe; dieser Niederschlag ist jedoch in freier Säure auflöslich. Eisenoxydul wird durch *Infus. Gallarum* nicht gefällt.

Die genannten Reactionen sind für Eisenoxyd und Eisenoxydul vollkommen charakteristisch.

Will man Eisenoxyd quantitativ bestimmen, so fällt man es aus seinen Auflösungen in Wasser oder Säure durch Ammoniak. Dieser Niederschlag wird aber bei zoochemischen Untersuchungen fast immer durch phosphorsauren Kalk

und phosphorsaure Ammoniak-Magnesia verunreinigt sein, deren Trennung vom Eisen mühsam ist.

Das Genauere hierüber s. bei Rose.

III. Bestimmung der bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Gase.

Man hat bei zoochemischen und physiologisch chemischen Untersuchungen nicht selten auch Gase zu bestimmen. Es kann nicht unsere Absicht sein, eine vollständige, für alle Fälle ausreichende Anleitung dazu zu geben, wir wollen hier nur die Grundzüge dieser Operationen mittheilen und diejenigen Untersuchungen etwas ausführlicher beschreiben, welche häufiger vorkommen und keine sehr complicirten Apparate erfordern.

Wir sprechen daher hier nur von der Bestimmung des Kohlensäuregases, Wasserstoffgases, Sauerstoffgases und Stickstoffgases, welche bei physiologisch-chemischen Untersuchungen am häufigsten vorkommen.

Zum Auffangen und zu Untersuchungen von Gasen gehören eigene Apparate. Wesentlich nothwendig sind dazu Glasröhren, welche an einem Ende zugeschmolzen sind, und für grössere Mengen von Gasen Glasglocken oder an einem Ende zugeschmolzene hohle Cylinder von Glas. Für quantitative Untersuchungen müssen diese Glasröhren und Glasglocken graduirt, d. h. mit einer auf das Glas geäzten Theilung, Skale, versehen sein. Die Theilung einer solchen Röhre wird gewöhnlich nach Kubikcentimetern gemacht; für manche Versuche kann die Theilung auch willkührlich sein, wenn nur die Theile unter sich übereinstimmen. Sehr gut und genau getheilt bekommt man solche Glasröhren in Paris bei Collardeau.

Diese Röhren werden mit Quecksilber gefüllt und mit dem verschlossenen Ende nach oben in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäss (am besten eine sogenannte Quecksilberwanne mit einer Furche am Boden) eingestellt. Man hat bei der Füllung der Röhren mit Quecksilber darauf zu sehen, dass sich keine Bläschen von atmosphärischer Luft zwischen das Quecksilber und

die Wände anlegen, denn diese würde das Gas verunreinigen. Es wird dies vermieden durch öfteres Schütteln der Röhre während des Füllens, oder durch Abstreifen der Luftblasen mit dem Barte einer Feder. Ebenso darf das Innere der Röhre nicht feucht sein; man wischt daher die Röhre vor jedem Versuche mit Druckpapier aus, das man um einen starken Eisendraht wickelt. — Für ungenaue Versuche, namentlich mit solchen Gasen, die sich mit Wasser wenig oder nicht mischen, kann man im Nothfall statt des Quecksilbers auch ausgekochtes Wasser nehmen; doch soll dies nie bei quantitativen Gasbestimmungen geschehen.

Man leitet nun das zu untersuchende Gas durch eine gebogene Glasröhre in die mit Quecksilber gefüllte Glocke. Bei jedem genauen quantitativen Versuche muss der jedesmalige Stand des Barometers und Thermometers beobachtet werden.

Will man etwas von dem Gase in eine kleinere Glasröhre heraustreten lassen, so füllt man diese gleichfalls mit Quecksilber, neigt die das Gas enthaltende Glocke unter dem Spiegel des Quecksilbers so, dass etwas Gas heraustritt und fängt dieses mit der kleineren Glasröhre auf.

1. Kohlensäure.

Besteht ein Gas blos aus Kohlensäure, so erkennt man dies daran, dass dasselbe von Kalilauge vollkommen absorbirt wird, oder daran, dass es, in Kalkwasser geleitet, von diesem gleichfalls vollständig absorbirt wird, dieses trübt und in demselben einen weissen Niederschlag von kohlensaurem Kalk hervorbringt.

Wünscht man zu bestimmen, ob ein Gasgemenge Kohlensäure enthält, so verfährt man auf folgende Weise: Man bringt das Gas in eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre und bemerkt das Niveau des Quecksilbers. Durch eine gekrümmte Pipette lässt man in die Glasröhre etwas Kalkwasser eintreten, welches sogleich an die Oberfläche des Quecksilbers aufsteigt. Man schliesst die Oeffnung der Glasröhre mit dem Finger, nimmt diese aus der Quecksilberwanne heraus und schüttelt das Gas

mit dem Quecksilber. Bei Gegenwart von Kohlensäure trübt sich das Kalkwasser und ein Theil des Gases verschwindet. Um vollkommen sicher zu sein, dass der Niederschlag wirklich kohlensaurer Kalk ist, kann man etwas Salzsäure hinzubringen: er verschwindet dann unter Aufbrausen und das Gas nimmt sein früheres Volumen wieder ein.

Auf ähnliche Weise wird die Kohlensäure quantitativ bestimmt. Man leitet das Gas in eine mit Kalkwasser gefüllte Flasche. Das Ausströmen des Gases wird hierbei am besten durch einen sogenannten Gasometer regulirt: die Röhre, durch welche das Gas ausströmt, muss mit Quecksilber oder Wasserstoffgas gefüllt sein; wenigstens soll sie keine atmosphärische Luft enthalten, weil diese selbst Kohlensäure enthält. Ebenso muss das Gefäss mit Kalkwasser genau vollgefüllt sein, so dass sich über dem Kalkwasser keine atmosphärische Luft befindet. Die Zuleitungsröhre muss natürlich luftdicht in das Gefäss eingepasst sein. Ist alles Gas in das Kalkwasser geleitet worden, so lässt man dieses noch einige Zeit stehen, damit sich der Niederschlag absetze, filtrirt (wobei jedoch die atmosphärische Luft ausgeschlossen werden muss) und wiegt den auf dem Filtrum gesammelten und getrockneten Niederschlag. 10 Theile kohlensaurer Kalk enthalten 44 Theile Kohlensäure.

In den meisten Fällen kann man bei zoochemischen Analysen die Kohlensäure noch viel einfacher quantitativ bestimmen. Enthält nämlich das Gasgemisch ausser Kohlensäure blos Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff u. s. w. und keine von den folgenden Gasarten — Ammoniak, schweflichtsaures Gas, Chlorgas, Cyangas, Schwefelwasserstoffgas, Chlorwasserstoffgas, Bromwasserstoffgas — so bestimmt man die Kohlensäure quantitativ dadurch, dass man sie von Kalilauge absorbiren lässt. Man bringt in die graduirte Glasröhre, welche das Gasgemisch enthält, durch eine gekrümmte Pipette (mittelst Hineinblasens) eine Auflösung von kaustischem Kali in Wasser, nachdem man vorher den Stand des Quecksilbers beobachtet hat. Die Kalilauge absorbirt in kurzer Zeit die Kohlensäure vollständig. So-

bald Nichts mehr absorbirt wird, notirt man sich den Stand des Quecksilbers wieder, indem man darauf sieht, dass das Quecksilber ausserhalb der Röhre mit dem Spiegel der Kalilauge im Innern dasselbe Niveau habe. Das verschwundene Gas war Kohlensäure.

Man berechnet die Menge derselben auf folgende Weise. Gesetzt, das Gasgemenge betrug 65 Raumtheile; nach vollendeter Absorption betrage es noch 43. Es enthält also in 65 Theilen 22 Theile Kohlensäure (in 100 Th. also 38,8 Th.). Will man aus dem Volumen der Kohlensäure ihr Gewicht berechnen, so erinnere man sich, dass 1000 Kubikcentimeter Kohlensäuregas bei 0^0 Temperatur und 0,76 Mètres Barometerstand gleich sind mit 1,980 Grammes fester Kohlensäure.

2. Wasserstoffgas.

Man erkennt dieses Gas im reinen Zustande daran, dass es von Kalilauge nicht absorbirt wird, dass ein in dasselbe gehaltener brennender Holzspan verlöscht, dass es aber angezündet mit bläulicher Flamme brennt und mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoff gemischt, wenn es entzündet wird, mit heftiger Explosion verbrennt.

Ist Wasserstoffgas mit anderen Gasen gemischt, so bestimmt man es quantitativ dadurch, dass man dasselbe mit Sauerstoff verbrennt (in Wasser verwandelt).

Dies geschieht entweder durch den elektrischen Funken oder durch fein zertheiltes Platin — Platinschwamm.

Für ersteren Fall braucht man einen eigenen Apparat, eine oben zugeschmolzene Glasröhre von sehr starkem Glase und geringem Durchmesser im Lichten, an deren geschlossenem Ende zwei Platindrähte luftdicht eingekittet sind. Im Innern der Röhre nähern sich die Drähte einander, so dass zwischen ihren Enden nur ein kleiner Zwischenraum, etwa von einer Linie bleibt; ihre äusseren Enden können durch Drähte mit einer Elektrisirmaschine, oder dem inneren und äusseren Beleg einer

Leidner Flasche in Verbindung gesetzt werden. Die Röhre selbst ist graduirt.

Man bringt das Gasgemenge in diesen Apparat, der in eine Quecksilberwanne eingesenkt und festgeklemmt wird, damit er nicht durch die Erschütterung bei der Explosion herausgeschleudert wird. Zu dem Gasgemenge leitet man eine dem halben Volumen desselben gleiche Menge reines Sauerstoffgas. Dies würde hinreichen, mit der ganzen Gasmenge Wasser zu bilden. Die Röhre darf höchstens $\frac{2}{3}$ mit dem Gasgemenge angefüllt sein, weil sonst durch die starke Ausdehnung bei der Explosion leicht ein Theil der Gase herausgetrieben werden könnte.

Das reine Sauerstoffgas verschafft man sich dadurch, dass man eine Glasröhre nimmt, die an ihrem einen Ende zu einer Kugel ausgeblasen ist, letztere mit chlorsaurem Kali anfüllt, die Röhre an ihrem anderen Ende in eine Spitze auszieht, dann das chlorsaure Kali über der Spiritusflamme erhitzt: es entwickelt sich dadurch reines Sauerstoffgas. Sobald die Röhre damit gefüllt und alle atmosphärische Luft aus ihr ausgetrieben ist, schmilzt man die feine Spitze schnell zu. Beim jedesmaligen Gebrauch erhitzt man das chlorsaure Kali, bricht die Spitze ab, und lässt das sich entwickelnde Sauerstoffgas unter dem Quecksilber in den Apparat treten, nachdem man vorher den Stand des Quecksilbers im Apparate notirt hat. Man notirt wieder den Stand des Quecksilbers und entzündet das Gasgemenge durch einen elektrischen Funken.

Sobald die Explosion vorüber ist, steigt das Quecksilber bedeutend, denn ein Theil des Gasgemenges ist verschwunden, in Wasser verwandelt. Man lässt das Gasgemenge, welches durch die Explosion immer etwas erwärmt wird, erkalten, notirt sich dann wieder den Stand des Quecksilbers und berechnet aus der Quantität des verschwundenen Gases auf folgende Weise die Menge des Wasserstoffgases.

Gesetzt, das Gasgemenge betrug 24 Theile und man habe 15 Theile Sauerstoffgas hinzutreten lassen. Nach der Verpuffung sind von diesen 39 Theilen nur noch 21 übrig: es sind

also 18 Theile Gas verschwunden. Von diesem ist immer ein Dritttheil Sauerstoff und zwei Dritttheile Wasserstoffgas, indem sich bei der Wasserbildung jedesmal 1 Vol. Sauerstoff mit 2 Vol. Wasserstoff zu Wasser vereinigt. Die 24 Theile Gas enthalten also 12 Theile Wasserstoff. 1000 Kubikcentimeter Wasserstoffgas bei 0° Temperat. und 0,76 Mètres Barometerstand entsprechen 0,089 Grammes festem Wasserstoff.

Wer mit dem beschriebenen Apparate nicht versehen ist, muss sich zur Bestimmung des Wasserstoffgases des Platinschwammes bedienen.

Man bringt in diesem Falle das Gasgemenge in eine gewöhnliche graduirte Glasröhre über Quecksilber, notirt sich den Stand des letztern und setzt eine dem halben Volumen des Gases gleichkommende Menge Sauerstoffgas hinzu. Man mengt 1 Theil frischgeglühten Platinschwamm mit 4 Theilen Thon, formt die Masse zu einer Kugel, steckt in diese ein Stückchen Platindraht und verbindet diesen mit einem dünnen, frisch geglühten Eisendraht. Man glüht die Kugel gelinde aus und bringt sie mittelst des Drahtes durch das Quecksilber, dessen Stand vorher notirt wurde, in das Gasgemenge. Das fein zertheilte Platin bewirkt gleichfalls die Verbindung von Sauerstoff und Wasserstoffgas zu Wasser, nur allmählicher und ohne Explosion. Wenn keine Verminderung des Gasgemenges mehr zu bemerken ist, nimmt man die Kugel mittelst des Eisendrahtes heraus, notirt den Stand des Quecksilbers und berechnet die Menge des Wasserstoffgases auf die beschriebene Weise.

Diese Methode giebt jedoch kein so genaues Resultat, als die vorher beschriebene.

3. Sauerstoffgas.

Das Sauerstoffgas wird von Kalilauge nicht absorbirt, ein hineingehaltener brennender Holzspahn brennt lebhaft darin fort und ein ausgelöschter, aber noch glimmender, fängt darin aufs Neue an zu brennen.

Quantitativ bestimmt man das Sauerstoffgas ganz so, wie es beim Wasserstoffgas angegeben wurde, nur dass man statt

Sauerstoff dem Gasgemenge Wasserstoffgas zusetzt, und zwar eine dem doppelten Volumen des Gases gleichkommende Quantität. Man entzündet dann das Gasgemenge durch den elektrischen Funken oder condensirt es durch Platinschwamm.

Das Wasserstoffgas bereitet man sich dadurch, dass man reines destillirtes Zink in einer Gasentbindungsflasche mit verdünnter Schwefelsäure übergiesst. Das zuerst sich entwickelnde Gas ist noch mit atmosphärischer Luft gemischt und unbrauchbar. Erst nachdem die Gasentwicklung eine Zeit lang gedauert hat und alle atmosphärische Luft aus dem Apparate vertrieben ist, leitet man das Wasserstoffgas zu dem zu bestimmenden Gasgemenge. Um das Gas trocken zu erhalten, kann man es bei Versuchen, die sehr genau werden sollen, erst noch durch eine mit gröblichem Pulver von geschmolzenem Chlorcalcium gefüllte Röhre streichen lassen, ehe man es in die graduirte Glasröhre eintreten lässt.

Man berechnet das Volumen des Sauerstoffs aus dem Volumen des verschwundenen Gases, indem man sich erinnert, dass der dritte Theil des verschwundenen Gases aus Sauerstoff bestand. Man hatte z. B. 18 Theile Gas und hat zu diesen 40 Th. Wasserstoffgas treten lassen. Nach dem Verpuffen bleiben von den 58 Theilen noch 22 übrig. Es sind also 36 Theile verschwunden; von diesen war ein Dritttheil, also 12 Theile, Sauerstoff.

1000 Kubikcentimeter Sauerstoffgas entsprechen bei 0° Temperatur und 0,76 Mètres Barometerstand 1,43 Grammes festem Sauerstoff.

Sollen diese Gasbestimmungen ganz genau werden, so muss man während der ganzen Dauer des Versuches jede Veränderung der Temperatur und des Barometerstandes genau notiren, weil beide auf das Volumen der Gase Einfluss ausüben. Wie die dazu nöthigen Berechnungen angestellt werden, kann man bei Rose sehen.

4. Stickstoffgas.

Das Stickstoffgas erkennt man hauptsächlich an seinen negativen Eigenschaften; es wird durch Kalilauge nicht absorbirt, ein brennender Holzspahn in dasselbe eingesenkt brennt nicht fort und das Gas ist selbst nicht brennbar.

Auch seine quantitative Bestimmung geschieht auf negative Weise. Was von einem Gasgemenge nach Behandlung mit Kalilauge, nach Verpuffen mit Wasserstoffgas noch übrig bleibt, ist Stickstoff. Doch muss man in diesem Falle bei quantitativen Analysen sicher sein, dass das Gasgemenge weder Kohlenwasserstoff, Stickstoffoxyd, noch Stickstoffoxydulgas enthält.

Wegen Bestimmung anderer Gase, die bei zoochemischen Untersuchungen seltner vorkommen, müssen wir auf das mehrerwähnte Werk von Rose verweisen.

II. Die wichtigsten für zoochemische Untersuchungen nothwendigen Reagentien.

Dieses Capitel soll dienen 1. die nöthigsten Reagentien, die Prüfung ihrer Reinheit, ihre Bereitung und Anwendung kennen zu lernen; 2. soll es einen Leitfaden für solche Fälle bilden, wo man bei einer durch ein Reagens bewirkten Farbenveränderung, einem Niederschlag u. s. w. gerne erfahren möchte, von welchem Grundstoffe sie veranlasst wurde. Es ist also gewissermaassen eine kurze Wiederholung des vorigen Capitels, aber in umgekehrter Ordnung, so dass die Reactionen, die dort nach den Grundstoffen zusammengestellt waren, hier nach den Reagentien geordnet sind. Da man gegenwärtig und wohl auch in der nächsten Zeit nicht von jedem Arzte und Naturforscher, der mikroskopisch-chemische Untersuchungen anstellt, erwarten kann, dass er die verschiedenen Reactionen aller zoochemischen Grundstoffe genau im Gedächtniss habe, so soll diese Zusammenstellung dazu dienen, dass ein Jeder, der durch ein Reagens einen Niederschlag u. s. w. erhalten hat, sich Raths erholen könne, welchem Stoffe derselbe wohl zuzuschreiben sein möchte.

Wir theilen die Reagentien der leichteren Uebersicht wegen in vier Abtheilungen: a. indifferente Stoffe. b. Säuren. c. Basen. d. Salze.

a. Indifferente Stoffe.

1. Wasser.

Das Wasser, dessen man sich bei zoochemischen Untersuchungen zum Auflösen, Auswaschen u. dgl. bedient, soll in der Regel destillirtes sein. Es darf Lacmuspapier nicht röthen, nicht durch salpetersaures Silber, oxalsaures Ammoniak oder Chlorbaryum getrübt werden.

In Wasser sind folgende bei zoochemischen Untersuchungen vorkommende Stoffe auflöslich:

a. in kalt bereiteten oder nicht gekochten wässerigen Auflösungen können enthalten sein, wenn durch Filtriren alle festen Theile wieder abgeschieden worden sind:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin, Wasserextract (Speichelstoff), Alkoholextract, Pyin, Schleim (in künstlich bereiteten und filtrirten wässerigen Flüssigkeiten nur eine Spur, in natürlich vorkommenden dagegen in ziemlicher Menge, wo man ihn aber sogleich daran erkennt, dass die Flüssigkeit schleimig ist), Fette (eine Spur, doch in natürlich vorkommenden wässerigen Flüssigkeiten, namentlich wenn sie dicklich sind, in der Galle, im Blute, in ziemlicher Menge), Fettsäuren (im reinen Zustande nur eine Spur, mit Ausnahme der Buttersäure, die in Wasser leicht löslich ist; sind die Fettsäuren aber mit Alkalien zu Seifen verbunden, so können sie in ziemlicher Menge im Wasser gelöst vorkommen), Hämatin, Gallenbraun, Farbestoff des Urins, Rohrzucker, Harnzucker, Milchzucker, Hornstoff, Cystin (wenig oder nur eine Spur), Allantoin, Essigsäure, Milchsäure, Harnsäure (nur in sehr geringer Menge).

Von unorganischen Bestandtheilen können in solchen wässerigen Lösungen vorkommen:

freie Kohlensäure, kohlensaures Ammoniak, kohlensaures Kali, kohlensaures Natron; schwefelsaures

Ammoniak, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsaurer Kalk (nur in geringer Menge), schwefelsaure Magnesia (kommt nur selten vor), schwefelsaures Eisen (nur sehr selten); freie Salzsäure, Salmiak, Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium; salpetersaures Kali und Natron (nur sehr selten); phosphorsaures Natron, phoshorsaure Magnesia. Eisen nur in Verbindung mit organischen Substanzen, nicht als solches.

b. In kochend heiss bereiteten und heiss filtrirten wässerigen Lösungen alle oben genannten Stoffe mit Ausnahme des flüssigen Eiweisses und des Pepsin (?); ausserdem aber noch die in kaltem Wasser nicht löslichen Leimarten.

In Wasser sind unlöslich, können also allein mit Ausschluss der übrigen Stoffe zurückbleiben, wenn ein Rückstand mit kaltem und kochendem Wasser gehörig ausgewaschen worden ist:

geronnener Faserstoff, geronnenes Eiweiss, geronnener Käsestoff, Hornsubstanz, Chitin, Schleim (nur wenn er in ziemlicher Menge vorhanden ist), die Fette, die Fettsäuren mit Ausnahme der Buttersäure (fettsaure Alkalien sind aber im Wasser, namentlich in der Wärme löslich), schwarzes Pigment, Cystin (wenn es in einiger Menge vorhanden ist, denn es ist nicht ganz unlöslich in Wasser), Harnoxyd, Harnsäure (wenn sie in einiger Menge vorhanden ist, denn sie ist nicht ganz unlöslich in Wasser); —

von unorganischen Stoffen:

kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia; schwefelsaurer Kalk nur wenn er in sehr grosser Menge vorhanden ist; phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia; flusssaurer Kalk; Kieselerde; Eisenoxyd und Eisenoxydul, wenn es nicht mit Säuren verbunden ist.

Gefällt werden durch Wasser aus einer alkoholischen Lösung:

die in Alkohol löslichen Fette und Fettsäuren (mit Ausnahme der Buttersäure, die Fettsäuren jedoch nur, wenn die Lösungen sehr concentrirt waren).

2. Alkohol.

Man gebraucht bei zoochemischen Untersuchungen

a. wasserfreien (absoluten) Alkohol: er hat ein specif. Gewicht von 792.

b. wasserhaltigen Alkohol von 830 spec. Gewicht *(Spiritus vini rectificatissimus)*. Durch Zusatz von destillirtem Wasser kann man ihn nach Erforderniss noch weiter verdünnen.

In Alkohol sind auflöslich, d. h. in einer durch kochenden Alkohol von 830 spec. Gew. bereiteten, heiss filtrirten Lösung können enthalten sein:

Alkoholextract (Osmazom), Elain, Margarin (scheidet sich beim Erkalten grösstentheils aus, und zwar in nadelförmigen Krystallen), Serolin (ist in kaltem Alkohol wenig löslich), Stearin (nur in geringer Menge, da es sich auch in kochendem Alkohol von 830 nur wenig löst; scheidet sich beim Erkalten der Flüssigkeit grösstentheils wieder aus), Butyrin, Cholestearin (krystallisirt beim allmählichen Verdampfen der Lösung in rhomb. Tafeln), Hirnelain, Hirnstearin (scheidet sich beim Erkalten der Flüssigkeit grösstentheils wieder ab); Elainsäure, Margarinsäure (scheidet sich beim Erkalten der Flüssigkeit zum Theil wieder aus in nadelförmigen Krystallen), Stearinsäure (von ihr gilt dasselbe; ihre Krystalle bilden spitze Ovale, rhombische Tafeln mit Abrundung der stumpfen Ecken), Buttersäure (wird leicht an ihrem eigenthümlichen Geruch erkannt), Hämatin (nur dann, wenn der Alkohol freie Säure oder freies Alkali enthält: leicht kenntlich an der blutrothen Farbe der Lösung), Gallenbraun, Urinfarbestoff, Rohrzucker, Harnzucker, Milchzucker (nur eine Spur; er ist in Alkohol von 830 in sehr geringer Menge löslich), Harnstoff, Allantoin, Essigsäure, Milchsäure.

An unorganischen Bestandtheilen:

Kohlensäure, salpetersaures Kali (eine Spur), Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium (Salmiak), Salzsäure.

Unlöslich in Alkohol sind und können daher in einem getrockneten, mit kaltem und kochendem Alkohol erschöpften Rückstande allein gesucht werden:

Faserstoff, flüssiges und geronnenes Eiweiss, flüssiger und geronnener Käsestoff, Hornsubstanz, Chitin, Pepsin, die Leimarten, Wasserextract (Speichelstoff), Pyin, Schleim, schwarzes Pigment, Milchzucker (wenn er in grösserer Menge vorhanden ist, denn er ist nicht ganz unlöslich in Alkohol von 830), Cystin, Harnoxyd, Harnsäure,

und von unorganischen Bestandtheilen:

kohlensaures Kali und Natron, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsaurer Kalk und Magnesia, phosphorsaures Kali und Natron, phosphorsaurer Kalk und Magnesia, phosphorsaure Ammoniakmagnesia, kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia, Kieselerde, Eisenoxyd.

Gefällt werden durch Alkohol aus concentrirten wässerigen Lösungen:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin, die Leimarten, der Wasserextract (Speichelstoff), das Pyin, der Schleim, der Milchzucker (nur wenn die Lösung sehr concentrirt ist, und immer nur zum Theil), Harnsäure (die aber auch in Wasser nur in sehr geringer Menge löslich ist).

3. Aether,

gewöhnlich Schwefeläther; muss rein sein von Wasser und von Alkohol.

In Aether sind vorzüglich löslich die Fettarten und Fettsäuren; er dient daher, um diese von anderen Stoffen zu trennen.

4. Iodlösung.

Man bedient sich bei zoochemischen Untersuchungen gewöhnlich einer wässerigen Jodlösung, nicht einer spirituösen, da der Alkohol allein schon viele Stoffe aus ihrer wässerigen Lösung niederschlägt.

Man bereitet die Lösung so, dass man Jod mit einer concentrirten Auflösung von Kochsalz oder von Jodkalium in Wasser längere Zeit digerirt; diese Flüssigkeiten lösen mehr Jod auf, als reines Wasser, so dass die Lösung allmählich eine intensiv gelbbraune Farbe annimmt.

Die Jodlösung ist ein sehr empfindliches Reagens auf Amylum, die geringste Spur des letzteren, welches auch bei zoochemischen Untersuchungen als Mageninhalt, als Bestandtheil ausgebrochener Massen u. s. w. häufig vorkommt, wird beim Zusatz von Jodlösung intensiv dunkelblau oder violett gefärbt, was vorzüglich unter dem Mikroskop sehr deutlich erscheint.

Durch wässerige Jodlösungen werden folgende Stoffe aus wässerigen Auflösungen gefällt:

Pepsin (? wenigstens entsteht in einer wässerigen Pepsinlösung durch Jod eine Spur von Trübung), gewöhnlicher Leim, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract (des Muskelfleisches), Schleim (der Schleim gerinnt durch wässerige Jodlösung theilweise, doch nicht vollständig).

5. Galläpfelaufguss *(Infus. Gallarum)*.

Wird dadurch bereitet, dass man gröblich gepulverte Galläpfel mit destillirtem Wasser digerirt: der wässerige Galläpfelaufguss muss öfters frisch bereitet werden, da er sich allmählich zersetzt, ist aber für zoochemische Untersuchungen dem spirituösen vorzuziehen.

Der wässerige Galläpfelaufguss giebt mit folgenden Stoffen in ihren concentrirten wässerigen Auflösungen Niederschläge: mit flüssigem Eiweiss, flüssigem Käsestoff, Pepsin (?), gewöhnlichen Leim, Chondrin, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract (aber nicht mit Speichelstoff), Pyin (?), Schleim; ferner mit Eisenoxydsalzen, deren neutrale wässerige Auflösungen durch *Infus. Gallarum* eine tintenschwarze Farbe annehmen.

b. Säuren.

6. Schwefelsäure.

Man bedient sich der Schwefelsäure theils als concentrirter, theils als verdünnter (mit 6 — 8 Theilen Wasser vermischt).

Man braucht die Schwefelsäure, um die Salze der flüchtigen Säuren zu zersetzen, so dass man diese nachher beim Erwärmen der Mischung an ihren eigenthümlichen Gerüchen erkennen kann.

Die Schwefelsäure giebt mit folgenden Stoffen Niederschläge: mit

Eiweiss, flüssigem Käsestoff, Pepsin (der Niederschlag wird durch mehr Säure wieder aufgelöst), Chondrin (der Niederschlag wird durch mehr Säure wieder aufgelöst), Leim des elastischen Gewebes (der Niederschlag wird durch mehr Säure wieder aufgelöst), Wasserextract (der Niederschlag wird durch mehr Säure wieder aufgelöst), Pyin (?), ferner mit wässerigen Auflösungen von fettsauren Salzen (Seifen): die Fettsäuren scheiden sich aus und schwimmen oben auf der wässerigen Flüssigkeit.

Die Schwefelsäure dient überdies noch zur Erkennung der Zuckerarten (s. diese).

7. Salzsäure.

Die Salzsäure ist entweder concentrirt oder verdünnt.

Sie dient im concentrirten Zustande zur Entdeckung der geronnenen Proteinverbindungen (Faserstoff, Eiweiss, Käsestoff); diese lösen sich in kochender Salzsäure mit violetter oder Lilafarbe; doch tritt diese Reaction nicht immer ein.

Durch Salzsäure werden aus wässerigen Auflösungen gefällt:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin (der Niederschlag ist mikrolytisch, d. h. er wird durch mehr Säure wieder aufgelöst), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschl.), Wasserextract (mikrolytischer Niederschlag), Pyin (mikrolytischer Niederschlag); — ferner werden die fettsauren Salze durch Salzsäure zersetzt, und aus den wässerigen Auflösungen

derselben die Fettsäuren abgeschieden; ebenso wird die Harnsäure, wenn sie mit Kali oder Ammoniak verbunden, im Wasser gelöst war, durch Salzsäure ausgeschieden und allmählich krystallinisch gefällt.

8. Salpetersäure.

Sie dient 1. zum Einäschern; für diesen Gebrauch muss sie frei sein von allen feuerbeständigen Verunreinigungen: eine Quantität derselben darf nach dem Verdampfen keinen Rückstand hinterlassen; 2. zur Darstellung des Harnstoffs und zu dessen quantitativer Bestimmung: in diesem Falle darf die Salpetersäure keine salpetrige Säuren enthalten; man befreit sie davon durch Auskochen in einem Glaskölbchen, wobei sich die salpetrige Säure in Form von rothen, zum Husten reizenden Dämpfen verflüchtigt. Sie färbt die meisten organischen Stoffe, namentlich die stickstoffhaltigen, unter Zersetzung gelb. Man gebraucht sie ferner zur Erkennung von Harnsäure (s. diese).

Durch Salpetersäure werden aus ihren wässerigen Lösungen gefällt:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin (mikrolytischer Niederschlag), Chondrin (mikrolytischer Niederschl.), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschl.), Wasserextract, Pyin (?); ebenso fällt sie die Fettsäuren und die Harnsäure, wie es bei der Salzsäure angegeben wurde, fällt aus sehr concentrirten Lösungen den Harnstoff krystallinisch als salpetersauren Harnstoff.

Die Salpetersäure dient noch, um aus der durch dieselbe bewirkten Farbenveränderung den Farbestoff der Galle und die Galle überhaupt zu erkennen.

9. Phosphorsäure.

Man gebraucht bei zoochemischen Untersuchungen die b Phosphorsäure, in welche Modification bei längerem Stehen auch die frisch geglühte immer übergeht.

Die b Phosphorsäure giebt mit folgenden Stoffen in ihren wässerigen Auflösungen Niederschläge:

flüssiger Käsestoff (der Niederschlag ist mikrolytisch), Pepsin (mikrolytischer Niederschlag), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract (mikrolytischer Niederschlag), Pyin (?), Schleim; sie fällt ferner die Buttersäure.

10. Essigsäure,

hat bei zoochemischen Analysen, namentlich aber bei mikrochemischen Analysen eine sehr ausgedehnte Anwendung.

Dient um unter dem Mikroskop die festen Proteinverbindungen zu erkennen und von Horngewebe u. s. w. zu unterscheiden. Erstere werden mit Essigsäure behandelt durchsichtig, verschwinden ganz oder grösstentheils für das Auge, diese nicht. Für diejenigen bei der organichen Entwicklung auftretenden Stoffe, welche durch Differenzirung der Proteinverbindungen (s. Anhang zu diesen) entstehen, gilt das allgemeine Gesetz, dass durch Essigsäure die Zellenwandungen aufgelöst werden (? — streng genommen nur dem Auge verschwinden), die Zellenkerne dagegen nicht.

Durch Essigsäure werden aus wässerigen Lösungen gefällt: flüssiger Käsestoff (der Niederschlag ist mikrolytisch), Pepsin (mikrolytischer Niederschlag), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract (mikrolytischer Niederschlag), Pyin, Schleim (vollständige Coagulation).

11. Oxalsäure

wird in Wasser gelöst als Reagens benutzt.

Sie dient zur Entdeckung der Kalkerde, wenn die Kalksalze in Wasser auflöslich sind (s. Kalk), zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs.

Die Oxalsäure fällt folgende Stoffe aus ihren wässerigen Lösungen:

flüssigen Käsestoff (der Niederschlag ist mikrolytisch), Pepsin (? — mikrolytischer Niederschlag?), Chondrin (mikro-

lytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract (mikrolytischer Niederschlag), Pyin (?), Schleim; die Oxalsäure fällt ferner den Harnstoff aus sehr concentrirten Lösungen krystallinisch; sie fällt Lösungen von Chlorcalcium, Gyps und milchsaurem Kalk.

12. Weinsteinsäure.

Dient vorzüglich zur Entdeckung der Kalisalze (s. diese).

Weinsteinsäure giebt mit den wässerigen Auflösungen folgender Stoffe Niederschläge:

flüssiger Käsestoff (der Niederschlag ist mikrolytisch), Pepsin (? — mikrolytischer Niederschlag?), Chondrin (? — mikrolytischer Niederschlag?), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract (mikrolytischer Niederschlag), Pyin (?), Schleim (vollständige Coagulation): ferner mit allen in Wasser auflöslichen Kalisalzen, wenn die Auflösungen derselben sehr concentrirt sind: dieser Niederschlag ist krystallinisch (rhombische Tafeln mit oder ohne Abstumpfung der spitzen Ecken) und unterscheidet sich dadurch von allen vorhergenannten Niederschlägen; er bildet sich aber gewöhnlich erst nach einiger Zeit.

c. Alkalien.

13. Kali.

Wird bei zoochemischen Untersuchungen nur selten gebraucht: man bereitet es gewöhnlich selbst durch Auflösen von festem Kali in destillirtem Wasser.

Das Kali (Kalilauge) dient zur Auflösung einiger in anderen Medien unauflöslicher Stoffe, wie des geronnenen Faserstoffs, Eiweisses, der Harnsäure u. s. w.; ferner zur quantitativen Bestimmung der Kohlensäure im gasförmigen Zustande; zum Verseifen der Fette u. s. w., zur Entdeckung des Ammoniaks.

Als eigentliches Reagens wird kaustisches Kali selten angewandt, da seine Reactionen wenig Charakteristisches haben.

14. Ammoniak.

Dient zum Neutralisiren saurer Flüssigkeiten, bei der Entdeckung der Harnsäure u. s. w.

Als eigentliches Reagens nicht sehr wichtig.

15. Kaustischer Kalk

in Wasser aufgelöst *(Aqua Calcis)* zur Entdeckung und Bestimmung der Kohlensäure, als trocknes Pulver (Kalkhydrat) zur Entdeckung des Ammoniaks und des Stickstoffs überhaupt in thierischen Flüssigkeiten.

d. Salze.

16. Chlorbaryum.

Eine Auflösung von Chlorbaryum in Wasser dient vorzüglich zur Entdeckung der Schwefelsäure (s. diese).

Durch Chlorbaryum werden aus wässerigen Lösungen gefällt:

Käsestoff (nur dann, wenn vorher ein Ueberschuss von Essigsäure zugesetzt wird, so dass der anfangs entstehende mikrolytische Niederschlag sich wieder aufgelöst hat), Pepsin (? — in seinen Auflösungen entsteht durch Chlorbaryum eine geringe Trübung), Wasserextract (nur Spuren einer Trübung), Alkoholextract (ein weisser Niederschlag); — ferner Schwefelsäure und schwefelsaure Salze (der Niederschlag ist weiss und dadurch charakterisirt, dass er sich in freier Säure (Salzsäure, Salpetersäure) nicht auflöst).

17. Salpetersaures Silberoxyd

wird bereitet, indem man festes salpetersaures Silber (Höllenstein) in Wasser auflöst.

Das salpetersaure Silber dient vorzüglich zur Entdeckung der Salzsäure, des Chlor und der Chlorverbindungen.

Eine Lösung von salpetersaurem Silber giebt Niederschläge mit folgenden Stoffen, wenn sie in Wasser gelöst sind:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin, gewöhnlicher Leim (kaum eine Spur von Trübung), Chondrin,

Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Alkoholextract, Pyin (?), Schleim (vollständige Gerinnung), Harnzucker (wenigstens eine Trübung), neutrale essigsaure Salze (nur wenn die Lösung sehr concentrirt ist); ferner mit freier Salzsäure, Chlorammonium, Chlorkalium, Chlornatrium: diese letzteren Niederschläge lösen sich nicht in freier Salzsäure, wohl aber in Ammoniak.

18. Platinchlorid.

Zur Entdeckung von Kali und Ammoniak bedient man sich am besten einer weingeistigen Auflösung von Platinchlorid; ausserdem ist für zoochemische Untersuchungen eine wässerige Lösung vorzuziehen, da viele Stoffe schon durch den Alkohol gefällt werden.

Platinchlorid giebt mit folgenden Stoffen Niederschläge:

Eiweiss (?), Käsestoff (?), Pepsin (?), gewöhnlicher Leim, Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Alkoholextract (?), Pyin (?); ferner mit kaustischem Kali, Ammoniak und allen Salzen dieser beiden Basen. Die letzteren Niederschläge erscheinen unter dem Mikroskop krystallinisch.

19. Neutrales essigsaures Bleioxyd (Bleizucker),

in Wasser aufgelöst; ein häufig gebrauchtes Reagens.

Neutrales essigsaures Bleioxyd fällt folgende Stoffe aus ihren wässerigen Auflösungen:

flüssiges Eiweiss, flüssigen Käsestoff, Pepsin, Chondrin, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Alkoholextract, Pyin, Schleim (unvollständige Gerinnung); Zucker (eine Spur von Trübung); ferner entsteht durch Bleizucker ein Niederschlag in freier Salzsäure und in Wasser löslichen Chlorverbindungen; in Schwefelsäure und schwefelsauren Salzen; in Phosphorsäure.

Eine alkoholisch-aetherische Lösung von Bleizucker dient, um in alkoholisch-ätherischen Lösungen die Fettsäuren

von den Fetten zu unterscheiden: erstere werden dadurch gefällt, letztere nicht.

20. Basisch-essigsaures Bleioxyd (Bleiessig).

Seine wässerige Auflösung giebt mit folgenden Stoffen (in ihren wässerigen Lösungen) Niederschläge:

Flüssiges Eiweiss (der Niederschlag ist mikrolytisch, löst sich in einem Ueberschuss des Fällungsmittels), flüssiger Käsestoff, Pepsin, Chondrin, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Alkoholextract, Pyin, Schleim (vollständige Gerinnung, die aber durch einen Ueberschuss des Fällungsmittels wieder aufgelöst wird); Rohrzucker (schwache Trübung).

21. Kaliumeisencyanür,

in Wasser aufgelöst, fällt folgende Stoffe:

alle Proteinverbindungen, sowohl die festen, wenn sie in Essigsäure gelöst, als die flüssigen, wenn ihre wässerigen Lösungen mit einem Ueberschuss von Essigsäure versetzt worden sind; also flüssiges Eiweiss, flüssigen Käsestoff (beide nur aus sauren Lösungen); Wasserextract (nur aus der mit Essigsäure übersäuerten Lösung); endlich alle Eisenoxydsalze (der Niederschlag ist dunkelblau); —

ferner geronnenen Faserstoff, geronnenes Eiweiss und geronnenen Käsestoff, welche durch Digestion mit Essigsäure zum Theil wieder aufgelöst worden sind.

22. Kaliumeisencyanid

in seiner wässerigen Auflösung fällt folgende Stoffe:

flüssiges Eiweiss (nur aus essigsauren Lösungen), flüssigen Käsestoff (nur aus der mit Essigsäure übersäuerten Lösung), gewöhnlichen Leim (nur aus der mit Essigsäure versetzten wässerigen Lösung), Wasserextract (nur aus der mit Essigsäure versetzten Lösung); — ferner alle Eisenoxydulsalze mit dunkelblauer Farbe (s. Eisen);

endlich noch geronnenen Faserstoff, geronnenes Eiweiss

und geronnenen Käsestoff aus ihren Auflösungen in Essigsäure.

23. Eisenchlorid,

dient in seiner wässerigen Auflösung zur Entdeckung der Essigsäure und essigsauren Salze (s. Essigsäure), ferner zur Entdeckung der Milchsäure.

Eine wässerige Auflösung von Eisenchlorid fällt folgende Stoffe aus ihren wässerigen Lösungen:

flüssiges Eiweiss (nicht aus neutralen und basischen, nur aus sauern Lösungen), flüssigen Käsestoff, Chondrin (der Niederschlag ist mikrolytisch), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract.

24. Schwefelsaures Eisenoxydul.

Die wässerige Lösung dieses Salzes zersetzt sich bald an der Luft (das Oxydul geht in Oxyd über), muss daher von Zeit zu Zeit frisch bereitet werden. Sie giebt mit folgenden Stoffen Niederschläge:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin, Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Schleim (vollkommene Gerinnung).

25. Schwefelsaures Kupferoxyd,

in Wasser gelöst, giebt mit folgenden Stoffen Niederschläge:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff, Pepsin (nur eine Spur von Trübung), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes (mikrolytischer Niederschlag), Wasserextract, Pyin (hellgrüner Niederschl.).

26. Alaun,

in Wasser gelöst, giebt mit folgenden Stoffen Niederschläge:

flüssiges Eiweiss, flüssiger Käsestoff (? — jedenfalls entsteht in der mit Essigsäure übersäuerten Käsestofflösung durch Alaun ein Niederschlag), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Pyin.

27. Quecksilberchlorid.

Die wässerige Lösung desselben fällt folgende Stoffe:

flüssiges Eiweiss, flüssigen Käsestoff (? —), Pepsin, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Pyin, Schleim (vollständige Gerinnung).

Die Auflösung desselben in Aether und Alkohol kann dienen, die Fettsäuren von den Fetten zu unterscheiden, indem erstere dadurch aus ihren Auflösungen in Aether und Alkohol gefällt werden, letztere nicht.

28. Salpetersaures Quecksilberoxydul.

Die wässerige Lösung desselben fällt folgende Stoffe:

flüssiges Eiweiss, flüssigen Käsestoff, Pepsin, Leim des Zellgewebes (der Niederschlag ist mikrolytisch), Chondrin (mikrolytischer Niederschlag), Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract, Schleim (vollständige Gerinnung), Harnzucker, Essigsäure und neutrale essigsaure Salze, Milchsäure und milchsaure Salze;

ferner entstehen durch salpetersaures Quecksilberoxydul Niederschläge in allen Flüssigkeiten, die freie Salzsäure oder Auflösungen von Chlormetallen enthalten.

Endlich fällt dieses Reagens noch die essigsauren Lösungen von geronnenem Faserstoff, geronnenem Eiweiss und geronnenem Käsestoff.

29. Zinnchlorür.

Man benutzt seine wässerige Auflösung, zu der man so viel Salzsäure zugesetzt hat, dass sie klar wird. Die Auflösung muss vor dem Gebrauch frisch bereitet werden, da sie sich leicht an der Luft verändert.

Diese Lösung fällt folgende Stoffe:

flüssiges Eiweiss (der Niederschlag ist mikrolytisch), flüssigen Käsestoff, Pepsin, gewöhnlichen Leim, Chondrin, Leim des elastischen Gewebes, Wasserextract (weisse Trübung), Rohrzucker (Spur von Trübung).

30. **Einfach chromsaures Kali,**

in Wasser gelöst, fällt folgende Stoffe:

flüssiges Eiweiss (nicht aus basischen und neutralen, nur aus essigsauren Lösungen), Käsestoff (nur aus der mit Essigsäure übersättigten Lösung), Pepsin (nur eine Spur von Trübung).

Vierter Abschnitt.

Darstellung der Methoden, welche man bei zoochemischen Untersuchungen zu befolgen hat.

Bei Anstellung zoochemischer Untersuchungen kann man sehr verschiedene Methoden einschlagen; sie hängen ab, theils vom Zweck der Untersuchung, theils von der Natur des zu untersuchenden Gegenstandes.

Bisweilen wünscht man blos zu wissen, ob eine gegebene Flüssigkeit oder Substanz einen gewissen Stoff, z. B. Eiweiss, enthalte oder nicht. Wie diese einfachste Art der zoochemischen Untersuchung in jedem gegebenen Falle angestellt werden müsse, findet Jeder von selbst; er braucht nur nachzulesen, was im vorigen Abschnitt bei jedem einzelnen Stoffe über die Mittel, ihn zu erkennen und bei Analysen zu bestimmen, gesagt worden ist.

Sehr häufig erhält man von Aerzten Flüssigkeiten oder feste Substanzen zur Untersuchung, mit dem Bemerken, man wünsche zu wissen, oh sie normal seien oder wenigstens keine bedeutenden Abweichungen von der Norm zeigen. Untersuchungen der Art setzen Kenntniss der normalen Beschaffenheit voraus und sind dann leicht, wenn man bereits viele Substanzen derselben Art analysirt hat; einige Reactionen reichen oft hin, die gestellte Frage im Allgemeinen zu beantworten. Für Anfänger sind sie schwierig und erfordern gewöhnlich eine vollständige quantitative Untersuchung.

Eine chemische Analyse kann entweder blos qualitativ oder auch quantitativ sein: in beiden Fällen ist die einzu-

schlagende Methode verschieden. Ebenso ist aber auch die Methode verschieden, je nachdem die zu analysirende Substanz eine Flüssigkeit, ein festes Concrement, eine organisirte, aus verschiedenen Theilen bestehende Substanz ist.

Für die meisten zoochemischen Analysen gilt die allgemeine Regel: sie müssen schnell angestellt werden, weil die thierischen Substanzen gewöhnlich bald faulen und sich zersetzen. Da ferner die zu untersuchende Substanz häufig ein *Unicum* ist, man sie nicht wieder bekommen kann, wenn sie verloren gegangen ist, so soll man vor jeder Untersuchung seinen Plan machen und allenfalls einen kleinen Theil der Substanz zu einer vorläufigen Untersuchung verwenden, damit die eigentliche Analyse um so sicherer und genauer wird.

1. Analysen thierischer Flüssigkeiten.

Bei jeder Analyse, selbst wenn sie quantitativ werden soll, und man nur wenig von der zu untersuchenden Flüssigkeit hat, möchten wir rathen, einen kleinen Theil der letzteren zu einer vorläufigen Untersuchung zu verwenden. Man prüfe die Flüssigkeit durch Kochen, durch einige Reagentien, Säuren, Metallsalze, Gerbestoff etc.; dadurch erfährt man, wenigstens approximativ, welche Stoffe die Flüssigkeit enthält, ja man erkennt aus der Quantität der Niederschläge selbst die ungefähre Menge derselben. Diese Kenntniss erleichtert aber die nachfolgende genauere Untersuchung wesentlich.

Hat man eine Vorstellung von der ungefähren Zusammensetzung der Flüssigkeit gewonnen, so geht man zur genauen Analyse über; sie muss immer quantitativ sein, wenn sie wirklichen Nutzen haben soll.

Die meisten thierischen Flüssigkeiten enthalten keine körperliche Theile, Blutkörperchen, Eiterkörperchen, Epithelialzellen, Fetttröpfchen, oder Schleim u. dgl. Diese Theile müssen zuerst von der eigentlichen Flüssigkeit getrennt werden, was aber nicht immer leicht ist. Durch Filtriren kommt man nur selten zum Zweck, denn die körperlichen Theile gehen ent-

weder durch die Poren des Filtrum, oder diese werden durch den Schleim verstopft. Man lässt daher jene körperlichen Theile in einem hohen Glasgefässe sich absetzen und nimmt die obere reine Flüssigkeit mit einer Pipette ab. Aber auch dies Absetzen geht häufig zu langsam, namentlich im Sommer, wo thierische Flüssigkeiten sich sehr schnell zersetzen. Man hilft sich dann auf andere Weise: enthält die Flüssigkeit aufgelöstes Eiweiss, so kocht man sie: durch das gerinnende Eiweiss werden alle körperlichen Theile mit eingeschlossen; die Flüssigkeit wird vollkommen klar und lässt sich nun leicht filtriren. Enthält die Flüssigkeit vielen Schleim, so fällt man diesen durch Alkohol oder Essigsäure: er schliesst bei seiner Coagulation alle körperlichen Theile mit ein und die Flüssigkeit geht ohne Schwierigkeit durchs Filtrum.

Ist die Flüssigkeit klar, ohne feste Theile, so filtrirt man sie, um allenfallsige Verunreinigungen von ihr zu trennen. Enthält sie Eiweiss, so wird dieses zuerst bestimmt, indem man eine gewogene Menge der Flüssigkeit kocht, um das Eiweiss abzuscheiden (unter den bei der Bestimmung des Eiweisses angegebenen Cautelen). — Wieviel man Flüssigkeit zu einer quantitativen Untersuchung verwenden müsse, darüber lassen sich keine Regeln geben. Es hängt ab von der Empfindlichkeit der Wage, dann davon, ob die Untersuchung sehr genau werden soll, d. h. ob man alle Stoffe oder nur die wichtigsten derselben quantitativ bestimmen will. Durch einige Uebung erlangt man hierin bald den richtigen Takt. — Das durch Kochen geronnene Eiweiss wird auf einem Filtrum gesammelt, ausgewaschen (dass Waschwasser muss natürlich dem Filtrate hinzugefügt werden), im Wasserbade getrocknet. Das Gewicht des getrockneten Eiweisses, *minus* das Gewicht des Filtrums, giebt die Quantität trockenes Eiweiss, welche eine gewisse Menge der ursprünglichen Flüssigkeit enthält. Gewöhnlich reducirt man diese Zahlen, so wie alle übrigen bei Analysen gefundenen, der leichteren Vergleichung wegen, auf ein Quantum von 1000 Theilen der untersuchten Substanz. — Ist die Eiweissmenge

sehr bedeutend, wie bei Untersuchungen von Blutserum, Eiter etc., dann muss das trockne Eiweiss noch mit Aether ausgekocht werden, um das in ihm enthaltene Fett auszuziehen; bei sehr geringen Quantitäten von Eiweiss kann man dies ohne Schaden vernachlässigen.

Die vom Eiweiss abfiltrirte Flüssigkeit nebst dem Waschwasser, oder wenn kein Eiweiss zugegen war, die ursprüngliche Flüssigkeit, wird auf dem Wasserbade zur Trockne abgedampft; das Gewicht des Rückstandes giebt, wenn man im ersten Falle noch das des Eiweisses hinzurechnet, die Quantität der festen Bestandtheile überhaupt an, welche eine bestimmte Menge der Flüssigkeit enthält. Sind in ihr flüchtige Stoffe (Kohlensäure, Ammoniak, Buttersäure, Essigsäure) aufgelöst, so gehen diese beim Abdampfen zugleich mit dem Wasser verloren. Will man sie besonders bestimmen, so verwendet man dazu am besten eine eigene Portion der Flüssigkeit: man destillirt diese im Wasserbade und bestimmt jene flüchtigen Stoffe in dem in der Vorlage enthaltenen Destillate auf die bei den einzelnen flüchtigen Stoffen beschriebene Weise.

Enthält der trockne Rückstand der Flüssigkeit Fette, so behandelt man ihn mit kochendem Aether, um diese auszuziehen. Man fügt diesen aetherischen Auszug zu dem früher bei Behandlung des Eiweisses mit Aether erhaltenen: indem man den nach Abdestilliren und Verdunsten des Aethers erhaltenen Rückstand wiegt, bekommt man das Gesammtgewicht der in der Flüssigkeit enthaltenen Fette. (Nur selten löst der Aether ausser den Fetten auch noch andere Stoffe auf, wie Salze, Farbestoffe etc.; man reinigt die Fette von denselben durch Ausziehen mit Wasser.) Ist die Fettmenge bedeutend; so kann man dieselbe noch weiter untersuchen und die einzelnen Fettarten und Fettsäuren auf die bei denselben angegebene Weise qualitativ und quantitativ bestimmen.

Der mit Aether behandelte Rückstand wird am besten mit Alkohol von 830 sp. Gew. erschöpft. Dieser löst den Harnstoff (wenn welcher zugegen ist), allenfalls vorhandenes Al-

lantoin, Gallenfarbestoff, Farbestoff des Urin, Rohrzucker, Harnzucker, Milchzucker (nur wenn dessen Menge sehr gering ist), ferner den fast in allen thierischen Flüssigkeiten vorhandenen Alkoholextract, alle Chlormetalle (Chlornatrium, Chlorkalium, Salmiak), die milchsauren Salze. Die filtrirte Lösung nebst dem Alkohol, der zum Auswaschen des Rückstandes gedient hat, wird zur Trockne abgedampft. Das Gewicht des Residuums giebt die Quantität aller genannten Stoffe zusammengenommen. Ist Harnstoff zugegen, so bestimmt man diesen dadurch, dass man die sehr concentrirte alkoholische Lösung mit Salpetersäure oder Oxalsäure versetzt (s. Harnstoff); enthält die Lösung Zucker, so lässt man diesen entweder herauskrystallisiren, oder bestimmt seine Quantität dadurch, dass man die Zuckerlösung in Gährung versetzt (s. Zucker). Die feuerbeständigen Salze bestimmt man ihrer Quantität nach durch Einäscherung des Rückstandes: die Asche enthält das Chlorkalium, Chlornatrium als solche und die mit feuerbeständigen Basen verbunden gewesenen milchsauren Salze als kohlensaure; der Salmiak hat sich verflüchtigt; ebenso das milchsaure Ammoniak. Den eigentlichen Alkoholextract bestimmt man gewöhnlich auf negative Weise, indem man sich begnügt, das, was nach Abzug des Zuckers, des Harnstoffes, der feuerbeständigen Salze etc. von der ganzen Summe übrig bleibt, als Alkoholextract mit Salmiak und milchsauren Salzen in Rechnung zu bringen.

Der mit Alkohol von 830 sp. Gew. erschöpfte Rückstand kann noch ziemlich viele Stoffe enthalten: flüssigen Käsestoff, Pepsin (welches jedoch schon zum Theil durch das Kochen abgeschieden worden ist), Leim (kann eigentlich nur in künstlich bereiteten Flüssigkeiten enthalten sein), Wasserextract, Pyin, Milchzucker (wenn dieser in grosser Menge vorhanden ist und man das Auswaschen mit Alkohol nicht lange genug fortgesetzt hat), endlich noch mehrere in Alkohol unlösliche Salze, harnsaures Ammoniak, schwefelsaure Salze. Das Gesammtgewicht dieser Stoffe findet man durch Rechnung,

indem man das Gewicht der durch Alkohol ausgezogenen Stoffe von dem Gewichte des Gesammtrückstandes der ganzen Flüssigkeit abzieht. Es bleibt daher gewöhnlich nur übrig, die einzelnen hier vereinigten Stoffe zu erkennen und quantitativ zu bestimmen. Sind alle genannten Stoffe zugleich zugegen, so ist dies sehr schwierig, ja unmöglich; dies ist aber auch selten oder nie der Fall. Allgemeine Regeln lassen sich hier nicht wohl geben; wer die allgemeinen Eigenschaften der Stoffe und die Methoden, sie zu trennen, kennt, macht sich am besten für jeden individuellen Fall einen eignen Plan. Ist z. B. Käsestoff und Pyin zugegen, so fällt man beide durch ein Minimum von Essigsäure; man kann sie dadurch von gleichzeitig aufgelöstem Milchzucker trennen. Der auf dem Filtrum gesammelte Niederschlag wird mit Essigsäure digerirt, welche das Pyin zurücklässt und den Käsestoff auflöst; ist aber Pepsin und Wasserextract zugegen, welche gleichfalls mit Essigsäure mikrolytische Niederschläge geben; so kann man durch diese Methode den Käsestoff nicht von den übrigen Bestandtheilen der Flüssigkeit abscheiden. — Die feuerbeständigen Salze kann man durch Einäscherung des Rückstandes bestimmen und die Asche selbst kann noch weiter qualitativ oder quantitativ untersucht werden.

Dies ist der Weg, den man bei quantitativen Analysen unbekannter thierischer Flüssigkeiten, oder solcher, die sehr zusammengesetzt sind, sehr viele Bestandtheile enthalten, einzuschlagen hat. Bei Flüssigkeiten, deren Zusammensetzung man bereits kennt, kann man sich häufig dadurch die Untersuchung erleichtern, dass man mit verschiedenen Portionen der Flüssigkeit zugleich arbeitet. So ist es bei Untersuchungen von Urin sehr zweckmässig, wenn man eine kleine Portion blos dazu verwendet, den Gehalt an festen Bestandtheilen und an feuerbeständigen Salzen zu bestimmen; indem man sie abdampft, wägt, einäschert, wieder wägt. Hat man eine einigermaassen genaue Wage, so kann man mit einer sehr geringen Menge (10—12 Grammes) schon ganz genaue Resultate erhalten, was die Arbeit wesentlich erleichtert. Eine andere Portion, die grösser sein

muss, verwendet man zur Bestimmung des Harnstoffgehaltes (s. Harnstoff); eine dritte endlich zur Bestimmung der Milchsäure, des Extractes und der Harnsäure, indem man sie abdampft, wägt, mit Alkohol von 830 digerirt und filtrirt; der Rückstand ist Harnsäure, phosphorsaurer Kalk, phosphorsaure Magnesia etc., die leicht von einander getrennt werden können, da die Harnsäure in Kali auflöslich ist. Der alkoholische Extract wird abgedampft, in vielem Wasser aufgelöst und mit Zusatz von etwas kaustischem Kalk solange gekocht, bis der Harnstoff vollständig zerstört ist. Der Kalk wird durch Oxalsäure ausgefällt: der Rückstand enthält Milchsäure, milchsaure Salze, Salmiak, Alkoholextract, deren Menge durch Abdampfen der Flüssigkeit bestimmt werden kann.

Ein noch zusammengesetzteres Verfahren muss man gewöhnlich bei Analysen von Blut befolgen. Eine Portion desselben wird sogleich beim Aderlasse eigens behandelt: sie dient zur Bestimmung des Gehaltes an aufgelöstem Faserstoff: das Blut wird entweder anhaltend mit einem Glasstabe umgerührt, oder in einer verschlossenen Flasche, die kleine Glasstückchen enthält, solange geschüttelt, bis aller Faserstoff geronnen ist und sich als Haut an den Glasstab oder die Glasstückchen angelegt hat: er wird abgenommen, mit Wasser gewaschen, getrocknet, durch Aether vom Fett befreit, gewogen. Eine abgewogene Menge der rückständigen Flüssigkeit wird im Wasserbade zur Trockne abgedampft: der Rückstand wird mit Aether behandelt und dann mit kochendem Wasser ausgezogen: die aetherische Lösung enthält alle Fette des Blutes, bis auf die mit dem Faserstoff verbundenen; die wässerige Lösung enthält extractartige Materien und Salze. Der Rückstand besteht aus dem ursprünglich flüssigen Eiweiss des Blutserums, dem Globulin und Hämatin der Blutkörperchen. Durch einen anderen Versuch bestimmt man in einer gewogenen Menge Blutserum das flüssige Eiweiss; zieht man dieses von dem gefundenen Gesammtgewichte des Eiweisses und der Blutkörperchen (Globulin und Hämatin) ab, so erhält man das Gewicht der letzteren.

Globulin und Hämatin genau quantitativ zu trennen, ist kaum möglich (s. das Nähere beim Blute). An einer anderen kleinen Quantität des Blutes, die man am besten sogleich beim Aderlass in einem eigenen Schälchen aufgefangen hat, bestimmt man die Menge der festen Bestandtheile überhaupt durch Abdampfen (es dient dies den übrigen Resultaten zur Controle), und durch Einäschern mittelst Salpetersäure die Menge der feuerbeständigen Salze; man kann das in der Asche enthaltene Eisenoxyd noch besonders quantitativ bestimmen und aus der Quantität desselben, nach der beim Blutroth angegebenen Formel, die Menge des Blutrothes, wenigstens annähernd, berechnen.

Die dritte Abtheilung bringt einige Beispiele, wie man bei Analysen solcher und ähnlicher Flüssigkeiten zu verfahren habe.

2. Analysen fester thierischer Substanzen.

Wir verstehen unter festen thierischen Substanzen wenig oder nicht organisirte, in Wasser wenig oder nicht lösliche thierische Stoffe, wie Concretionen, Blasen-, Nieren-, Gallensteine, Verknöcherungen u. dgl.

Auch bei diesen Gegenständen ist es gut, einen kleinen Theil des Objectes zu einer vorläufigen Untersuchung zu verwenden, um zu erfahren, ob es in Säuren, oder in Kali auflöslich ist und aus welchen Stoffen es ungefähr besteht.

Man pulvert die getrocknete Substanz, kocht sie erst mit Aether aus, dann mit Wasser und bestimmt die von diesen Medien aufgenommenen Stoffe qualitativ und quantitativ. Einige Concremente, wie manche Gallensteine, lösen sich grösstentheils in Aether und Alkohol: hier muss die Hauptbemühung darauf gerichtet sein, die verschiedenen in diesen Vehikeln löslichen Stoffe von einander zu trennen. Andere Stoffe, z. B. Steine aus Harnsäure, lösen sich am besten in Kalilauge: andere dagegen, wie Steine aus phosphorsaurer Ammoniakmagnesia, in verdünnten Säuren. Kennt man einmal die Stoffe, welche in solchen Concrementen enthalten sind, so ergiebt sich gewöhnlich die Methode, wie die einzelnen Stoffe von einander

getrennt werden müssen, von selbst; überdies wird an einer anderen Stelle von der Untersuchung solcher Objecte noch genauer die Rede sein.

Wir erwähnen noch, als gleichfalls hierher gehörig, die chemische Untersuchung der Knochen und Verknöcherungen. Die so gut als möglich zerkleinerten (zersägten, am besten geraspelten) Knochen werden getrocknet, mit kochendem Aether vom Fett befreit, dann mit Wasser ausgezogen, um Extractivstoffe etc. zu entfernen. Zieht Wasser nichts mehr aus, so werden sie längere Zeit mit verdünnter Salzsäure digerirt, diese löst die Käsesalze und Magnesiasalze der Knochen auf. Ist die Extraction vollendet, d. h. löst frische Salzsäure Nichts mehr auf, so wird die saure Auflösung mit Ammoniak übersättigt und dadurch die phosphorsaure Kalkerde der Knochen zugleich mit phosphorsaurer Ammoniakmagnesia gefällt. Das Filtrat enthält noch denjenigen Theil der Kalkerde, welcher in den Knochen mit Kohlensäure verbunden, von der Salzsäure unter Gasentwicklung zersetzt, und als Chlorcalcium aufgelöst wurde. Man fällt ihn durch Oxalsäure und bestimmt ihn quantitativ, wie es beim Kalk angegeben wurde.

Die mit Salzsäure behandelten Theile werden mit Wasser ausgewaschen, dann noch sehr lange mit Wasser gekocht, um alles leimgebende Gewebe in Leim zu verwandeln, der auf die gewöhnliche Weise bestimmt wird (s. Leim).

Diese Methode ist jedoch etwas mühsam: man kann in solchen Fällen, wo die quantitative Bestimmung der Kalksalze die Hauptaufgabe bildet, auch sich damit begnügen, die gewogenen Knochen mittelst Salpetersäure einzuäschern und die Asche qualitativ und quantitativ zu bestimmen.

3. Analysen organisirter thierischer Theile.

Zu den organisirten thierischen Theilen rechnen wir alle Substanzen, welche nicht wie die Concretionen blosse Ablagerungen organischer oder unorganischer Stoffe im Organismus, sondern integrirende Theile des letzteren sind, wie Zellgewebe,

Muskeln, Gehirn, Leber, Milz etc., Geschwülste, Tuberkeln u. dgl. — Analysen solcher Theile, welche blos mit Anwendung rein chemischer Hilfsmittel unternommen werden, ohne eine auf genaue Kenntniss des morphologischen Verhaltens gegründete Zuziehung des anatomischen Messers und ohne gleichzeitige Anwendung der mikroskopischen Untersuchung, geben sehr unvollkommene Resultate; sie dienen höchstens, über die chemische Zusammensetzung der in jenen Theilen enthaltenen Säfte, d. h. über die durch Wasser, Alkohol und Aether ausziehbaren Theile einige Aufschlüsse zu geben.

Im Allgemeinen verfährt man bei Analysen solcher Theile folgendermaassen:

Man wäscht sie äusserlich mit Wasser ab, um allenfallsige Verunreinigungen zu entfernen. Eine kleine Portion wird gewogen, im Wasserbade getrocknet, bis sich kein Gewichtsverlust mehr zeigt, also bis alles Wasser vollkommen vertrieben ist, dann eingeäschert. Man erfährt dadurch den Gehalt der Substanz an Wasser und sonstigen flüchtigen Theilen, dann ihren Gehalt an feuerbeständigen Salzen. Die Kenntniss dieser Verhältnisse bildet die Grundlage, gewissermaassen das Gerippe der genaueren quantitativen Analyse.

Eine grössere gewogene Menge der Substanz wird so viel als möglich zerkleinert (fein zerhackt, wenn die Substanz fester; in einem Porcellanmörser zu einem feinen Brei zerrieben, wenn sie weicher ist) und mit lauwarmen destillirtem Wasser digerirt. Man trennt die Flüssigkeit so gut als möglich von den festen Theilen durch Absetzen, Filtriren durch Seidenzeug oder Leinwand, Filtrirpapier etc. Die Colaturen enthalten gewöhnlich auch nach öfterem Filtriren noch feste Theile, dies thut jedoch Nichts zur Sache, der Zweck ist einzig der, durch feines Zertheilen der Substanz das Ausziehen aller in Wasser löslichen Stoffe so viel als möglich zu befördern. Zuletzt kocht man die verschiedenen Colaturen: da fast alle thierischen Theile flüssiges Eiweiss enthalten (schon deswegen, weil sie vom Blut durchdrungen sind), so gerinnt dieses beim Kochen und schliesst alle

trübenden Theile in sich ein. Man kann nun gewöhnlich leicht filtriren, erhält eine helle Collatur und einen festen Rückstand, den man noch mehrmals mit lauem Wasser auszieht, welches der Colatur beigefügt wird. — Man könnte die Masse zwar gleich anfangs kochen, um das Eiweiss zu coaguliren, aber dieses würde dann beim Gerinnen die einzelnen Theile derselben so fest umschliessen, dass sie nicht vollständig von allen in Wasser löslichen Theilen befreit werden könnten. Daher ist es besser, die Masse gleich im Anfange mit viel Wasser zu versetzen, so fein als möglich in diesem zu vertheilen und durch häufiges Umrühren, mehrmaliges Filtriren etc. recht innig mit diesem zu mischen. Die Colatur wird ganz so behandelt, wie wir es oben für Analysen thierischer Flüssigkeiten angegeben haben. Man dampft sie im Wasserbade zur Trockne ab und bestimmt dadurch den Gesammtgehalt der in ihr aufgelösten festen Theile. Der Rückstand wird mit Aether behandelt, um die in ihm enthaltenen Fette auszuziehen. Was Aether nicht löst, wird mit Alkohol von 830 spec. Gew. erschöpft. Es wurde bereits angegeben, welche Stoffe die alkoholische Solution enthalten kann, und wie man diese von einander trennt. Welche Stoffe in dem von Aether und Alkohol nicht gelösten Rückstande enthalten sein können, wurde gleichfalls oben angegeben: man sucht sie auf die dort angegebene Weise weiter zu trennen und einzeln zu bestimmen.

Der in Wasser unlösliche Theil der ursprünglichen Substanz wird getrocknet, seinem Gewichte nach bestimmt und dann mit Aether ausgekocht. Man fügt die dadurch erhaltenen Fette zu den in den wässerigen Auszug mit hinübergegangenen, bestimmt die ganze Fettmasse dem Gewichte nach und sucht, wenn ihre Menge bedeutend ist, die einzelnen Fettarten qualitativ und quantitativ zu bestimmen.

Ist die organisirte Substanz mit Wasser und Aether gehörig erschöpft worden, so wird sie an Alkohol von 830 spec. Gew. selten noch etwas abgeben; doch kann man dies versuchen und die auf diese Weise erhaltenen Stoffe besonders bestimmen.

Die mit Wasser, Alkohol und Aether vollkommen erschöpfte Substanz ist eigentlich kein Gegenstand chemischer Untersuchung mehr; doch kann sie noch mit Wasser mehrere Tage gekocht werden, um allenfalls vorhandenes leimgebendes Gewebe in Leim zu verwandeln, der dann qualitativ und quantitativ bestimmt wird. Was sich durch lange fortgesetztes Kochen nicht löst, sind gewöhnlich geronnene Proteinverbindungen, Horngewebe, und überhaupt feste organische Materien; deren chemische Zusammensetzung gewöhnlich nicht näher bestimmt werden kann. Es bleibt noch übrig, diese in Wasser, Aether und Alkohol unlöslichen organischen Stoffe einzuäschern, um ihre unorganischen Bestandtheile qualitativ und quantitativ zu bestimmen. Sie bilden aber gewöhnlich integrirende Theile der organischen Substanz und waren selten in dem Zustande in ihr vorhanden, wie sie nach dem Einäschern erhalten werden. So ist die in der Asche enthaltene Schwefelsäure und Phosphorsäure gewöhnlich als Schwefel und Phosphor mit organischen Grundstoffen verbunden.

In manchen speciellen Fällen ist es besser, einen vom angegebenen etwas verschiedenen Weg bei Analysen einzuschlagen. Enthält die Substanz wenig oder kein flüssiges Eiweiss, wie z. B. manche Balggeschwülste, die keine Gefässe in ihrem Inneren haben und grösstentheils aus Fett bestehen, dann thut man wohl, die Substanz erst zu trocknen, sie sogleich mit Aether auszuziehen, dann mit Alkohol zu behandeln und zuletzt erst mit Wasser zu erschöpfen.

Hat man Fettzellgewebe zu analysiren, das sehr viel Fett enthält, so erleichtert man sich die Arbeit und erspart viel an Aether, wenn man das Fett ausschmelzt, indem man die Substanz mit destillirtem Wasser kocht, dann das gestandene Fett von der Oberfläche des Wassers abnimmt und erst den Theil des Fettes, der sich durch Ausschmelzen nicht entfernen lässt, durch Aether auszieht (s. das bei Bestimmung der Fette überhaupt Gesagte). Das übrigbleibende Zellgewebe wird nochmals mit Wasser ausgezogen und kann, wenn es mit nicht leimge-

benden Theilen gemengt ist, in Leim verwandelt und dadurch quantitativ bestimmt werden.

Dies ist der Weg, den man einzuschlagen hat, um thierische Theile auf rein chemische Weise zu untersuchen; er ist aber, namentlich bei Untersuchungen organisirter Theile, sehr unvollkommen und giebt dem Naturforscher und Arzt nur selten die gewünschten Aufschlüsse. Eine vollkommene Untersuchung muss die beschriebene Methode der Analyse mit der mikrochemischen und mikroskopischen Untersuchung verbinden. Der folgende Abschnitt soll die Anleitung dazu geben, und die folgende Abtheilung dieses Werkes wird in einer Reihe von Beispielen die Wichtigkeit einer solchen Verbindung deutlich machen.

Fünfter Abschnitt.

Anleitung zur mikrochemischen und mikroskopisch-chemischen Untersuchung.

Unter der mikrochemischen Untersuchung verstehen wir die chemische Untersuchung so kleiner Mengen von Flüssigkeiten, oder so kleiner fester Theilchen, dass man sie mit blossem Auge kaum oder gar nicht mehr sieht und also genöthigt ist, die chemische Untersuchung unter dem Mikroskop vorzunehmen. Diese Art der Untersuchung wurde bisher von den Chemikern viel zu sehr vernachlässigt, man kennt sie überhaupt erst seit kurzer Zeit, seitdem die Mikroskope den hohen Grad von Vollendung erhalten haben, der sie zu wissenschaftlichen Untersuchungen geschickt macht. Und doch ist diese Methode von grosser Wichtigkeit, theils zur Untersuchung von Flüssigkeiten oder solcher unorganischer Körper, von denen man nur sehr kleine Mengen zur Untersuchung verwenden kann, wie z. B. von Schweiss und vielen Flüssigkeiten sehr kleiner Thiere, theils aber und zwar vorzüglich zur chemischen Untersuchung organisirter Theile. Ja man kann ohne Uebertreibung sagen, erst die mikrochemische Untersuchung macht die Chemie wahrhaft nützlich für die Medicin und die Naturwissenschaften überhaupt. Ohne sie werden die Resultate zoochemischer und phytochemischer Untersuchungen und der Gewinn, den morphologische Studien liefern, immer schroff einander gegenüberstehen; der Chemiker weiss nicht, was er mit den morphologischen Arbeiten anfangen soll, der Naturforscher und Arzt auf der anderen Seite wird sich nur mit Misstrauen und Zurückhaltung der

chemischen Daten bedienen; beide Arten der Untersuchung sind durch eine tiefe Kluft getrennt: die mikrochemische Untersuchung allein bildet die Brücke.

Der materielle Inhalt der Mikrochemie ist natürlich ganz derselbe, wie der der Chemie überhaupt, und was im Vorhergehenden über die zoochemischen Grundstoffe, ihre Eigenschaften, die Mittel, sie zu erkennen und die dazu nöthigen Reagentien gesagt wurde, gilt gleichfalls für mikrochemische Untersuchungen. Doch treffen wir hier manche Stoffe an, die von den Chemikern noch keinen Namen erhalten haben, bei denen man sich also damit begnügen muss, blos ihre charakteristischen Reactionen anzuführen. Aber die Verfahrungsweise, die Technik, ist bei mikrochemischen Untersuchungen eine eigenthümliche, und sie ist es, die in diesem Abschnitte vorzugsweise erläutert werden soll.

Die genaue quantitative Analyse ist bei mikrochemischen Untersuchungen natürlich ausgeschlossen, da man unter dem Mikroskop wohl reagiren, nicht aber auch wägen kann. Man muss sich hier begnügen, die Mengen der chemisch verschiedenen Stoffe, welche man in einer Substanz gefunden hat, ungefähr nach dem Augenmaasse abzuschätzen, indem man z. B. die Menge des Niederschlags, welchen ein Tropfen einer Flüssigkeit mit einem gewissen Reagens giebt, mit der Quantität vergleicht, welche in einem anderen Tropfen durch ein anderes Reagens bewirkt wird. Strenge genommen kann also die mikrochemische Analyse nur eine qualitative sein.

Bei mikrochemischen Analysen kann man mehrere Methoden einschlagen, um die gewünschten Resultate zu erreichen, ja man sieht sich häufig genöthigt, mehrere derselben miteinander zu verbinden. Die Wahl der Methode richtet sich gewöhnlich darnach, ob die zu untersuchende Substanz flüssig oder fest ist.

1. Mikrochemische Untersuchungen von Flüssigkeiten.

Flüssigkeiten können unter dem Mikroskope auf zwei verschiedenen Wegen untersucht werden.

a. Die eine Methode, die chemische Zusammensetzung sehr kleiner Mengen von Flüssigkeiten kennen zu lernen, besteht darin, dass man einen Tropfen derselben auf ein Glasplättchen bringt und verdunsten lässt. Man bewirkt dies, indem man das Glasplättchen (mit einem Uhrglas oder einer kleinen Glasglocke bedeckt, um Staub abzuhalten) auf dem warmen Ofen oder blos im warmen Zimmer hinstellt, bis alle Flüssigkeit verdunstet ist; — je langsamer diese Verdunstung vor sich geht, um so schöner und deutlicher krystallisirt der Rückstand.

Man bringt nun das Glasplättchen unter das Mikroskop und bestimmt aus der Beschaffenheit des Rückstandes die Natur der in der Flüssigkeit aufgelöst gewesenen Bestandtheile. Die mikroskopische Untersuchung muss sogleich vorgenommen werden, sobald die Flüssigkeit verdunstet ist, weil manche Krystalle durch Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft sehr bald wieder zerfliessen.

Diese Methode ist vorzüglich anwendbar bei Flüssigkeiten, die Salze und andere krystallisirbare Theile aufgelöst enthalten, denn namentlich an der Krystallform erkennt und unterscheidet man die verschiedenen Bestandtheile. Schon früher wurden die Krystallformen mehrerer häufig in organischen Flüssigkeiten vorkommender Bestandtheile angegeben; von einigen anderen wird sogleich die Rede sein.

Dieser Weg der Untersuchung ist namentlich geeignet, um sich eine annähernde Kenntniss von dem quantitativen Verhältniss der festen Bestandtheile einer Flüssigkeit zu verschaffen, indem man die Menge von Krystallen einer Art auf diese Weise sehr gut mit der Menge von Krystallen einer anderen Art, welche einem anderen Bestandtheil angehören, vergleichen kann.

Für Flüssigkeiten, welche meist amorphe, nicht krystallisirbare Bestandtheile enthalten, wie Eiweiss, Käsestoff, Extractivstoffe, u. dgl. ist diese Methode weniger passend, da diese Substanzen im eingetrockneten Zustande nicht viel Charakteristisches haben.

Häufig ist es gut, die Flüssigkeit nicht ganz eintrocknen zu lassen, sondern die Untersuchung zu beginnen, sobald die Ränder des Tropfens verdunstet sind und krystallinische Ablagerungen zeigen, weil dann die meisten Krystalle sich reiner und vollkommner darstellen, als wenn die ganze Flüssigkeit verdunstet ist. In diesem Falle muss man den Rest der Flüssigkeit mit einem Glasplättchen bedecken, weil sonst der aufsteigende Dunst die Objectivlinsen beschlägt, und die Beobachtung erschwert.

Die Anwendung dieser Methode zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung einer Flüssigkeit erfordert viele Uebung und eine genaue Kenntniss der Krystallographie überhaupt und der Krystallformen der verschiedenen Salze insbesondere. Der Anfänger erwirbt sich letztere am besten auf empirischem Wege, indem er damit anfängt, Auflösungen, die blos ein ihm bekanntes Salz enthalten, auf diese Weise zu untersuchen. Hat er sich die Krystallformen einzelner Salze eingeprägt, so mag er zu einer Vermischung von mehreren übergehen. Er thut wohl, wenn er alle, oder die meisten bei zoochemischen Untersuchungen vorkommenden Substanzen, seien sie nun in Wasser, Alkohol, Aether, Säuren oder Alkalien löslich, auf diese Weise durchmacht.

Wir müssen aber hier darauf aufmerksam machen — und dies kann dem Anfänger nicht genug eingeschärft werden — dass die Krystallformen einzelner Salze oft wechseln, so kann z. B. das Kochsalz in Würfeln, Octaedern, Tetraedern, und in allen möglichen Zwischenformen zwischen diesen Gestalten krystallisiren. Aber wenn ein Salz auch bisweilen seine specielle Krystallform verändert, sein Krystallsystem verändert es nie (sehr seltene Fälle und ganz eigenthümliche Bedingungen ausgenommen, die aber bei mikrochemischen Untersuchungen nicht eintreten). Der Anfänger darf daher nur solche Krystalle mit Bestimmtheit verschiedenen Substanzen zuschreiben, welche verschiedenen Krystallsystemen angehören. Doch kann der Geübtere auch Substanzen, deren Krystalle einem System an-

gehören, nicht selten an ihrer Gestalt, ihrem Habitus und anderen Zufälligkeiten mit ziemlicher Sicherheit unterscheiden.

Jeder, der in dieser Art der mikrochemischen Untersuchung einigermaassen Fortschritte machen will, muss daher einen gewissen Grad krystallographischer Kenntnisse besitzen. Wir wollen uns hier darauf beschränken, um die Uebersicht zu erleichtern, ein Verzeichniss der verschiedenen Krystallsysteme mit den zu jedem gehörigen Hauptformen zu geben.

I. Tesserales System.

a. Vollzählige Körper.

1. Würfel. 2. Octaeder. 3. Rautendodekaeder.

b. Hemiedrische Körper.

4. Tetraeder. 5. Hemiedrisches Dodekaeder (Schwefelkies-Dodekaeder). 6. Reguläres Pentagonal-Dodekaeder.

II. Hexagonales System.

a. Vollzählige Körper.

1. Hexagonales Prisma. 2. Hexagonale Pyramide.

b. Hemiedrische Körper.

3. Dreiseitiges Prisma. 4. Stumpfwinkliges und spitzwinkliges Rhomboeder. 5. Skalenoeder.

III. Tetragonales (quadratisches) System.

1. Quadratisches Prisma. 2. Spitzwinklige und stumpfwinklige Quadratpyramide.

IV. Rhombisches System.

1. Rhombisches Prisma. 2. Rectanguläres Prisma. 3. Rhombenpyramide. 4. Rectanguläre Pyramide.

V. Klinorhombisches System.

1. Verschiedene Formen des klinorhombischen Prisma. 2. Verschiedene Formen des klinorectangulären Prisma. 3. Klinorhombische Pyramide. 4. Klinorectanguläre Pyramide.

VI. Klinorhomboidisches System.

1. Klinorhomboidische Prismen mit rectangulärer; 2. mit rhombischer Grundfläche und entsprechende Pyramiden.

Hieran mag sich eine Uebersicht über die Krystallformen einiger der am häufigsten vorkommenden Salze anreihen:

1. Kalisalze.

Schwefelsaures Kali zeigt unter dem Mikroskop gewöhnlich Gruppen von Krystallnadeln: die ausgebildeten Krystalle gehören dem klinorhombischen System an. Man bemerkt vollkommene klinorhombische Prismen; dieselben, durch Abstumpfung der stumpfen Seitenkanten in rhomboidische Tafeln umgewandelt; diese Tafeln mit Abstumpfung der spitzen Ecken; endlich diese letzteren Tafeln mit Zuschärfung aller schmalen Flächen.

Chlorkalium. Krystallsystem tesseral. Würfel. Octaeder. Tetraeder. Combination des Würfels mit dem Octaeder. Tetraeder mit 3 flächiger Zuspitzung der Flächen von den Kanten aus.

Kohlensaures Kali. Krystallsystem klinorhombisch. Klinorhombisches Prisma mit Abstumpfung der stumpfen Seitenkanten. Dieselbe Form mit Abstumpfung der spitzen Ecken und 2 flächiger Zuschärfung der Grundflächen.

Phosphorsaures Kali. Krystallsystem rhombisch (oder tetragonal?). Rectanguläres (oder quadratisches?) Prisma mit Zuspitzung der Endflächen von den Seitenflächen aus. Dieselbe Form mit vorherrschenden Zuspitzungsflächen. Rectanguläre (quadratische?) Pyramide. — Bisweilen sehr schöne federartige Krystall-Arborisationen.

2. Natronsalze.

Chlornatrium. Krystallsystem tesseral. Würfel, Octaeder. Combinationen beider Formen. Tetraeder.

3. Ammoniaksalze.

Schwefelsaures Ammoniak. Krystallsystem klinorhombisch (?). Rhomboidische Tafeln, entstanden aus dem

klinorhombischen Prisma durch Abstumpfung der stumpfen Seitenkanten. Dieselben mit Abstumpfung der spitzen Ecken, so dass sie bisweilen hexagonalen Tafeln gleichen.

Chlorammonium (Salmiak); sehr charakteristische farrenkrautartige Arborisationen von Krystallen; man entdeckt niemals einzelne ausgebildete Krystalle, deren Form sich bestimmen liesse.

Phosphorsaures Ammoniak. Krystallsystem klinorhombisch (?). Rhomboidische Tafeln mit Abstumpfung der spitzen Ecken, wie es beim schwefelsauren Ammoniak angegeben wurde. Dieselben mit Abstumpfung aller vier Ecken, so dass sie achtseitig erscheinen.

4. Magnesiasalze.

Kohlensaure Magnesia. Stabförmige Krystalle, deren Krystallsystem sich nicht genau bestimmen lässt.

Schwefelsaure Magnesia. Bisweilen nadelförmige Krystalle. Krystallsystem klinorhombisch. Klinorectanguläre Prismen. Klinorhombisches Prisma mit Abstumpfung der Seitenkanten und spitzen Ecken. Klinorhombisches Prisma mit Abstumpfung der Seitenkanten und zweiflächiger Zuschärfung der Grundflächen (rhomboidische Tafel mit Zuschärfung aller schmalen Flächen).

Salzsaure Magnesia. Krystallsystem klinorhombisch. Krystallformen dieselben, wie beim vorhergehenden Salze.

5. Kalksalze.

Schwefelsaurer Kalk (Gyps). Nadeln und Gruppen von Nadeln, deren Krystallsystem sich nicht bestimmen lässt.

Phosphorsaurer Kalk: eigenthümliche, sehr charakteristische, blätterige Krystallmassen.

Die angeführten Salze mögen als Beispiele dienen, an denen sich der Anfänger üben kann. Es ist aber die mikroskopische Untersuchung von Krystallen das beste Uebungsmittel für Augen und Combinationsgabe und kann Jedem, der sich zu

einem tüchtigen mikroskopischen Beobachter bilden will, nicht genug empfohlen werden.

b. Die zweite Methode der mikrochemischen Analyse von Flüssigkeiten ist die Untersuchung durch Reagentien. Diese Art der Untersuchung unterscheidet sich von der gewöhnlichen chemischen Untersuchung einer Flüssigkeit durch Reagentien blos dadurch, dass man dabei sehr kleine Quantitäten anwendet, und die ganze Untersuchung mit Hülfe des Mikroskopes ausführt. Man bringt einen Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf den Objectträger, untersucht die Flüssigkeit mikroskopisch, um zu sehen, ob sie keine festen Theile enthält, und wenn welche da sind, bemerkt man sich ihre Form und Grösse genau, um sie später wiederzuerkennen. Man setzt dann mit einem Glasstäbchen einen Tropfen des Reagens hinzu und beobachtet, ob etwas niedergeschlagen worden oder überhaupt eine Veränderung erfolgt ist. Den Niederschlag kann man noch weiter chemisch untersuchen. Hat man z. B. eine Flüssigkeit, welche, wie die meisten thierischen Flüssigkeiten, Chlormetalle (Kochsalz oder Salmiak) in Auflösung enthält, so wird ein Tropfen salpetersaures Silber einen Niederschlag hervorbringen, der unter dem Mikroskop als amorph-feinkörnige, meist wurstförmige Massen von bräunlicher Farbe erscheint. Durch Zusatz von Salpetersäure verschwindet dieser Niederschlag nicht, wohl aber durch einen Ueberschuss von Ammoniak.

Oft reicht die mikroskopische Untersuchung des Niederschlags hin, die Natur der gefällten Substanz aus ihrem morphologischen Verhalten ohne alle weitere chemische Prüfung zu erkennen. Gesetzt, es wäre zweifelhaft, ob ein durch Salpetersäure in einem Urin bewirkter Niederschlag aus Eiweiss oder aus Harnsäure bestände: man braucht ihn nur unter das Mikroskop zu bringen, erscheint er amorph-feinkörnig, so besteht er wahrscheinlich aus Eiweiss, erscheint er dagegen aus rhombischen Tafeln bestehend, so darf man überzeugt sein, dass es Harnsäure ist, und kann alle weitere chemische Untersuchung entbehren.

Die Handgriffe bei mikrochemischen Untersuchungen dieser Art sind dieselben, wie die bei mikroskopischen Untersuchungen überhaupt: ich beschränke mich daher hier auf einige Bemerkungen.

In der Regel ist es besser, den Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit auf dem Objectträger mit einem Glasplättchen zu bedecken, damit die aufsteigenden Dämpfe die Objectivlinsen nicht beschlagen und verdunkeln. Namentlich ist dies nöthig, wenn das zugesetzte Reagens ein flüchtiger Stoff ist, wie Ammoniak, Essigsäure, Salpetersäure, welche letztere überdies auch die Fassung des Mikroskopes beschädigen könnte. Auch wird durch das Bedecken die Flüssigkeit auf dem Objectträger gleichmässiger vertheilt.

Man setzt das Reagens entweder zu, indem man den Objectträger vom Mikroskop wegnimmt, nach aufgehobenem Glasplättchen des Reagens zufügt, schnell wieder bedeckt und den Objectträger wieder auf den Objecttisch bringt: in diesem Falle nehme man nicht zuviel Flüssigkeit, sonst wird beim Bedecken ein Theil derselben mit dem grössten Theil des Niederschlages verdrängt und entgeht dem untersuchenden Auge. Oder man lässt den Objectträger unverrückt unter dem Mikroskop, nachdem man vorher, vor Auflegung des Deckplättchens ein Stäubchen Holz, ein Stückchen Papier oder am besten einen dünnen etwas aufgewollten Faden unter den Rand des Deckplättchens gebracht hat, damit dieses den Objectträger an einer Seite nicht unmittelbar berührt. Nach vollendeter Untersuchung der ursprünglichen Flüssigkeit bringt man einen Tropfen des Reagens an das Ende des Fadens etc. auf den Objectträger, lässt ihn allmählig durch Capillarität unter das Deckplättchen treten und sich mit der Flüssigkeit mischen. Die erstere Methode liefert schnellere Resultate und ist bequemer; die letztere aber liefert schönere Resultate, indem bei ihr die Einwirkung langsamer erfolgt, man die Bildung des Niederschlages eher beobachten kann und auch die Menge des Reagens und die Art seiner Einwirkung besser in seiner Gewalt hat.

Hat man eine Flüssigkeit zu erhitzen, so kann dies bei Untersuchungen mit gewöhnlichen Mikroskopen nur dadurch geschehen, dass man sie vom Mikroskope entfernt und den Objectträger entweder unmittelbar über der Spirituslampe mit Vorsicht erhitzt, oder mittelbar auf einer heissen Metallplatte, einem Ofen etc erwärmt.

Sehr bequem für alle Arten der mikrochemischen Untersuchung sind die Mikroskope von Chevalier, bei welchen man den Objecttisch so stellen kann, dass die Linsen sich unter dem Objecte befinden. Bei diesen Mikroskopen kann man auch die Erhitzung mittelst des pyrochemischen Apparates während der Beobachtung selbst vornehmen.

2. Mikrochemische Untersuchung fester Theile.

Hier vorzüglich tritt der grosse Vorzug der mikrochemischen Untersuchung vor der gewöhnlichen chemischen deutlich hervor, namentlich bei chemischen Analysen organisirter Substanzen. Bei der gewöhnlichen chemischen Analyse ist man genöthigt, die Untersuchung aufs Gerathewohl vorzunehmen, man weiss nie oder sehr selten, welchem morphologischen Theile ein dargestellter chemischer Stoff angehört; man kann darüber höchstens zu wahrscheinlichen Hypothesen gelangen. Nur durch die mikrochemische Untersuchung wird die Lösung dieser höchst wichtigen Frage möglich.

Die mikrochemische Untersuchung fester Theile beschränkt sich entweder auf die Bestimmung der chemischen Eigenschaften sehr kleiner, mit blossen Augen nicht sichtbarer Körper und zusammengesetzter organisirter Theile, oder die mikroskopische Untersuchung geht als wichtiges Hilfsmittel Hand in Hand mit einer vollständigen chemischen Untersuchung.

Zur Bestimmung der chemischen Eigenschaften kleiner einfacher oder zusammengesetzter fester Körper dient ihr Verhalten gegen gewisse Reagentien, die Farbenveränderungen, welche sie dadurch erleiden, ihre verschiedene Auflöslichkeit in verschiedenen Medien, die dabei stattfindenden Umstände u. s. w. Wie sich die einzelnen zoochemischen Grundstoffe in dieser Hinsicht verhalten, wurde schon früher angegeben.

Allgemeine Vorschriften zur Untersuchung organischer Körper auf diesem Wege lassen sich nicht wohl geben. In der Regel verfährt man ebenso, wie es oben für mikrochemische Untersuchungen von Flüssigkeiten angegeben wurde. Man bringe die zu untersuchende Substanz auf dem Objectträger, gewöhnlich mit einem Glasplättchen bedeckt, unter das Mikroskop und präge sich die Form und Farbe ihrer einzelnen Theile genau ein. Dann setze man das Reagens zu und beobachte unter dem Mikroskop, welche Veränderung in der Form, Farbe, Durchsichtigkeit u. dgl. sie durch dasselbe erlitten hat. So werden verschiedene Portionen der Substanz allmählich mit verschiedenen Reagentien behandelt, bis man ihr chemisches Verhalten genau und vollständig kennen gelernt hat. Um das Reagens zuzusetzen, nimmt man entweder das Deckplättchen weg, oder man hat vorher unter dasselbe einen aufgewollten Faden gelegt und lässt durch die Capillarität desselben das auf das freie Ende des Fadens gebrachte Reagens unter das Deckplättchen eintreten und auf die Substanz wirken.

Bisweilen reicht die Anwendung eines einzigen Reagens hin, um die chemische Beschaffenheit einer Substanz mit Sicherheit zu erkennen; man weiss sogleich, dass eine Substanz aus Amylum besteht, wenn sie, die vorher farblos erschien, beim Zusatz von Jodlösung eine intensiv blaue oder violette Farbe annimmt, und kann im Gegentheil sicher sein, dass man es nicht mit Amylum zu thun habe, sobald die beschriebene Farbenveränderung nicht erfolgt. — Man erkennt, dass eine Substanz Fett ist, wenn sie farblose und das Licht stark brechende Parthien bildet, die sich nicht in Wasser, wohl aber in Aether oder warmem Weingeist auflösen. Der Besitz eines Chevalier'schen Mikroskopes gewährt auch bei dieser Art von mikrochemischen Untersuchungen eine bedeutende Erleichterung.

Schwieriger sind solche mikrochemische Untersuchungen, wo ein längeres Einwirken des Reagens, in Verbindung mit Hitze u. dgl. nöthig ist. Man kann sich dazu eigene kleine Apparate, mikroskopische Reagensgläschen, verfertigen, indem

man auf einem gewöhnlichen Objectträger, der aus einem Stück Fensterglas bestehen kann, einen dünnen Ring von geschmolzenem Siegellack oder von Bleiweiss, das man mit Leinöl zu einem Brei angerieben hat, aufträgt. In der dadurch gebildet ten Vertiefung kann man eine ziemliche Menge einer Flüssigkeit auf die Substanz einwirken lassen. Durch ein aufgelegtes Deckplättchen, das man mit Siegellack oder mit Bleiweiss aufkittet, kann man den Inhalt hermetisch abschliessen und so die Flüssigkeit Tage, ja Wochen lang auf die Substanz einwirken lassen, ohne dass etwas verdünstet und ohne das die Luft Zutritt hat. Zu solchen Versuchen eignen sich auch die Objectträger mit aufgekittetem Glasring, welche Oberhäuser verfertigt: nur darf man diese weder erhitzen, noch mit weingeistigen oder aetherischen und öligen Flüssigkeiten füllen, weil dadurch der Firniss, welcher den Glasring an den Objectträger befestigt, aufgelöst wird. Objectträger, welche in der Mitte napfförmig ausgeschliffen sind, kann man nicht gebrauchen, weil sie als concave Linsen wirken und eine Zerstreuung des Lichtes veranlassen. Kleine Uhrgläser kann man nur bei sehr schwachen Vergrösserungen anwenden.

Will man die Einwirkung des Reagens oder Auflösungsmittel nicht stufenweise verfolgen, sondern nur das Endresultat kennen lernen, so kann man ein kleines Stückchen der Substanz in einem Uhrgläschen mit dem Reagens, der auflösenden Flüssigkeit etc. eine Zeit lang digeriren und dann wieder auf den Objectträger bringen und mikroskopisch untersuchen, um die eingetretene Veränderung kennen zu lernen.

Wie hier die mikroskopische Untersuchung ein wesentliches Hilfsmittel der chemischen Analyse bildet, so unterstützen häufig umgekehrt chemische Operationen die rein morphologischen Untersuchungen, indem man bei sehr complicirten organischen Substanzen durch Auflösung einiger Theile mittelst chemischer Reagentien die anderen um so deutlicher sichtbar macht, und ihre Structur besser beobachten kann. So erscheinen die Kerne er Eiterkörperchen in der Regel nur dann deutlich, wenn man

ihre Hüllen durch Essigsäure aufgelöst oder durchsichtig gemacht hat, — eine Erfahrung, die von den meisten thierischen Zellen und ihren Kernen gilt. — Das Gewebe hepatisirter Lungen, welche als solche unter dem Mikroskope nur eine amorphe Masse darstellen, kommt erst deutlich zum Vorschein, wenn man das Faserstoffexsudat durch Essigsäure oder Ammoniak weggeschafft oder wenigstens durchsichtig gemacht hat.

Bei vollständigen Untersuchungen organisirter Theile endlich soll die chemische Analyse immer Hand in Hand mit der mikroskopischen Untersuchung gehen: man soll die zu untersuchende Substanz vor und nach jeder chemischen Operation auch mikroskopisch untersuchen, um zu erfahren, welche morphologische Theile durch ein gewisses Reagens aufgelöst oder verändert werden. Nur durch ein solches Verfahren kann die zwischen der chemischen und morphologischen Untersuchung gewöhnlich bestehende Kluft ausgefüllt werden.

Gesetzt, man wolle Fettzellgewebe chemisch untersuchen. Dieses besteht im frischen Zustande mikroskopisch untersucht aus mit Fett erfüllten Zellen und Zellgewebsfasern. Nachdem man es ausgetrocknet hat, wird es mit Alkohol oder Aether gekocht und die Auflösung heiss filtrirt. Die Colatur enthält Fett aufgelöst, welches durch Verdunsten der Flüssigkeit erhalten wird: untersucht man das so behandelte Fettzellgewebe mikroskopisch, so entdeckt man, dass das Zellgewebe unverändert zurückgeblieben, der Inhalt der Fettzellen aber verschwunden ist. Das Fett ist also nicht etwa aus den Zellgewebsfasern ausgezogen, es war frei in den Fettzellen enthalten. Man kocht nun das rückständige Zellgewebe so lange mit Wasser, bis es ganz oder grösstentheils aufgelöst ist. Man erhält dadurch eine Flüssigkeit, welche beim Erkalten gelatinirt, also Leim. Die Zellgewebsfasern sind aber verschwunden; sie sind es also, die sich durch Kochen in Leim verwandelt haben.

Die folgende Abtheilung wird einige weitere Beispiele der Art bringen, die zeigen, wie man bei solchen Untersuchungen zu verfahren habe.

Dritte Abtheilung.

Praktische Anleitung zur mikroskopisch-chemischen Untersuchung

mit

Beispielen.

Müsset im Naturbetrachten
Immer eins wie alles achten;
Nichts ist drinnen, nichts ist draussen;
Denn was innen, das ist aussen.

Goethe.

Folget nun des Meisters Worten,
Was er sagt, gilt aller Orten.
Nicht die Form zeigt euch die Wahrheit,
Nicht der Stoff führt euch zur Klarheit;
Müsset beide gleich behandeln,
Wollt ihr nicht im Irrthum wandeln.

Einleitung.

Gesetzt, der Anfänger kenne die einzelnen Theile seines Mikroskopes und ihren Gebrauch, er habe sich geübt, die demselben beigegebenen Probeobjecte zu betrachten, verstehe, sie gehörig zu beleuchten, zu zeichnen, zu messen; — er habe einige Uebung in den nöthigsten chemischen Handgriffen und kenne die Methoden, die verschiedenen organischen und unorganischen Grundstoffe qualitativ und quantitativ zu bestimmen; so hat er damit noch nicht alle Schwierigkeiten überwunden. Sobald er es versucht, zu selbstständigen Arbeiten überzugehen und Untersuchungen ihm unbekannter, noch nicht zubereiteter Gegenstände anzustellen, wird er auf neue Hindernisse stossen. Es ist der Zweck und die Aufgabe der gegenwärtigen Abtheilung, diese Hindernisse so gut als möglich beseitigen zu helfen.

Die Hindernisse, welche dem Anfänger bei selbstständigen mikroskopischen und chemischen Untersuchungen entgegentreten, sind hauptsächlich von zweierlei Art. Erstlich wird es ihm häufig schwer, darüber ins Reine zu kommen, welche **Methode** er bei einer gegebenen Untersuchung einschlagen soll. Um einen Gegenstand gründlich mikroskopisch oder chemisch zu untersuchen, genügt es nämlich nicht, dass man ihn ohne Weiteres unter das Mikroskop bringe oder mit chemischen Reagentien behandle und das Gesehene und Erfahrene aufzeichne: man muss ihn vielmehr erst zur Untersuchung vorbereiten, muss bei der Untersuchung selbst gewisse Vorsichtsmaassregeln be-

obachten, kurz, man muss methodisch verfahren, wenn die Resultate der Arbeit für die eigene Ueberzeugung und für die ganze Wissenschaft brauchbar sein sollen. Die anzuwendende Methode kann aber nicht in jedem Falle dieselbe sein; sie muss vielfach abgeändert werden, und fast jeder Fall erfordert seine eigene Methode.

Das zweite Hinderniss liegt darin, dass man sich gewöhnlich nicht mit den Resultaten seiner eigenen Beobachtung begnügen darf; um das Gesehene richtig zu deuten, es in seiner wahren Bedeutung zu erkennen, muss man die Erfahrungen Anderer benützen, sie mit den seinigen vergleichen und die einen durch die anderen ergänzen. Dazu ist aber nöthig, dass man die Literatur eines Gegenstandes, über den man arbeitet, wenigstens ihrem Hauptinhalte nach kenne.

Das Folgende soll nun dem Anfänger als Vorbereitung zu selbstständigen Untersuchungen dienen. Er soll, stufenweise vom Leichteren zum Schwereren fortschreitend, allmählich Hand und Auge üben, soll an Beispielen lernen, wie man Gegenstände der verschiedensten Art zur Untersuchung vorbereitet, wie man bei ihrer Untersuchung selbst zu verfahren habe. Hat er die hier gegebenen Beispiele, meist leicht zu habende Gegenstände, ganz oder grösstentheils durchuntersucht, dann wird er sich im Stande fühlen, alle vorkommenden Untersuchungen leicht zu vollbringen und wird, wo die hier angegebenen Methoden nicht ausreichen, sich nach seinem Bedürfnisse neue Wege und Verfahrungsweisen leicht selbst erdenken können.

Da unser Werk eine Anleitung zur mikroskopischen und zoochemischen Untersuchung, nicht aber ein Handbuch der Phytotomie und Histologie bilden soll, konnte nur das zur Uebung am meisten Passende herausgehoben werden, und wir mussten namentlich auf eine vollständige Angabe der Literatur verzichten: doch wurden, wo es am Nöthigsten schien, die Werke angegeben, in denen sich der Anfänger an Beschreibungen und Abbildungen weiter fortbilden und wo er sich in zweifelhaften Fällen Rath holen kann.

Wir sprechen erst von der Untersuchung unorganischer Gegenstände, dann von der der Pflanzen, zuletzt und am ausführlichsten von der thierischer Theile, die uns hier am meisten interessiren. Vorher ist noch von einigen Gegenständen die Rede, welche bei allen mikroskopischen Untersuchungen zu Täuschungen Anlass geben können, die man daher genau kennen muss, ehe man zu solchen Arbeiten schreitet.

Gegenstände, welche bei mikroskopischen Untersuchungen zu Täuschungen Anlass geben können.

Wir haben schon früher, in der ersten Abtheilung dieses Werkes, von den Ursachen einer möglichen Täuschung bei mikroskopischen Untersuchungen gesprochen und die Mittel angegeben, wie sie erkannt und vermieden werden können.

Geht man von der Betrachtung schon zubereiteter Probeobjecte, wie sie dort vorausgesetzt wurde, zu selbstständigen Untersuchungen noch unbekannter Gegenstände über, dann begegnet man noch anderen Quellen einer möglichen Täuschung, die zwar den Geübteren nicht irreführen können, da er sie kennt, ja, weil er gewohnt ist, sie täglich zu sehen, kaum mehr bemerkt. Für den Anfänger aber werden sie leicht gefährlich, indem sie ihn verführen, Zufälligkeiten und Dinge, die nicht zum Object gehören, dem untersuchten Gegenstande zuzuschreiben und für wesentliche Theile desselben zu halten. Man muss sich daher mit allen diesen Quellen der Täuschung genau bekannt machen, ehe man zu eigentlichen mikroskopischen Untersuchungen schreitet.

Solche Quellen der Täuschung sind:

1. Ritze, Streifen und Flecken im Objectträger oder dem Bedeckungsgläschen. Man kann sie leicht auf das Object übertragen und für Theile desselben halten. Fast alle Objectgläser haben solche Ritze und Streifen, und wenn sie auch nicht ursprünglich in denselben zugegen sind, so bilden sie sich bei längerem Gebrauche durch das öftere Abwischen u. s. w. unvermeidlich. Sie sind sehr leicht zu erkennen, weil sie gewöhnlich

nicht einen Focus mit dem Objecte haben, sich unter oder über demselben befinden, also, wenigstens bei stärkeren Vergrösserungen, bei einer solchen Stellung des Mikroskopes am deutlichsten erscheinen, wo man das Object selbst weniger deutlich sieht. Ueberdies überzeugt man sich von der Gegenwart derselben auf das Bestimmteste, wenn man die Gläser für sich, ohne Objecte, unter dem Mikroskope prüft.

Auch die Streifen, welche durch das Fadenkreuz des Oculares (wo ein solches vorhanden ist) im Gesichtsfelde entstehen, können von ganz Ungeübten für Theile eines Gegenstandes gehalten werden.

2. Staub und andere Verunreinigungen.

Wenn man die zu untersuchenden Gegenstände längere Zeit unverwahrt hinstellt, so mischt sich ihnen fast immer etwas Staub bei, dessen Theilchen man unter dem Mikroskop für Theile des Gegenstandes halten kann. Dies ist namentlich der Fall bei mikroskopischen Untersuchungen von Flüssigkeiten, welche wenig körperliche Theile enthalten, z. B. von Urin.

Es lassen sich nicht wohl allgemeine Regeln geben, woran man Staubtheile erkennen kann. Bisweilen gelingt es, ihre einzelnen Elemente unter dem Mikroskope ihrem Ursprunge nach mit Sicherheit zu bestimmen; man erkennt Theilchen von Federn, von Haaren, von Wolle, Leinwand u. dgl.; doch nicht immer haben die Staubtheilchen eine solche charakteristische Form. Man thut daher wohl, wenn man verschiedene Arten von Staub für sich mikroskopisch untersucht; dadurch erwirbt man sich die Fertigkeit, Beimengungen von Staub an ihrem Habitus mit ziemlicher Sicherheit zu erkennen.

Nimmt man zum Abwischen der Gläser nicht ganz frische, sondern schon öfters gebrauchte, abgeriebene, aufgerollte Leinwand, so bleiben häufig Theilchen der Leinwand am Objectträger hängen, die man gleichfalls mit Theilen des Gegenstandes verwechseln, oder, wie ein Gelehrter die Fasern des Löschpapiers, für eigenthümliche Organismen halten könnte. Der Geübtere erkennt sie sogleich: der Anfänger lerne sie kennen,

indem er etwas fein zerschnittene oder besser noch geschabte Leinwand mikroskopisch untersucht: er wird dann nie mehr von ihnen getäuscht werden.

Berührt man die Gläser mit der Hand, ohne sie nachher wieder abzuwischen, so kann auch der dünne, fettig-schmutzige Ueberzug, der ihnen dadurch an manchen Stellen mitgetheilt wird, zu Täuschungen Anlass geben. — Etwas Aehnliches findet statt, wenn man nach Untersuchungen fetter Gegenstände die Gläser nicht gehörig reinigt (man reinigt sie am besten, wenn sie fett sind, durch etwas feines Kreidepulver, das man aufstreut und dann mit einem trocknen Tuche abwischt); sie behalten dann einen dünnen Ueberzug von Fett, der den Anfänger irre führen kann. Man übe sich daher, auch diese beiden Arten von Verunreinigungen kennen zu lernen.

3. Luftblasen (s. T. III. Fig. 15). Wenn man, wie es gewöhnlich geschieht, die zu untersuchenden Gegenstände mit Wasser benetzt und dann mit einem Glasplättchen bedeckt, werden häufig Luftblasen zwischen die beiden Gläser eingeschlossen. Man erkennt sie sehr leicht. Sind sie klein, so erscheinen sie vollkommen rund, bei durchfallendem Lichte in der Mitte vollkommen durchsichtig, am Rande mit einem breiten schwarzen Ringe umgeben. Es ist wichtig, sie von Oeltropfen unterscheiden zu können: bei letzteren ist der Rand nicht so dunkel, man bemerkt an ihnen keinen nach innen scharf abgegrenzten Ring, ihr Schatten verliert sich vielmehr sehr allmählich gegen die Mitte hin. Eine einzige Anschauung sichert die Unterscheidung beider für immer. — Sind die Luftblasen grösser, so erscheinen sie nicht mehr rund, nehmen vielmehr die verschiedenartigsten Formen an. Man erkennt sie aber noch immer an dem breiten schwarzen Rande; der Raum, den sie einschliessen, erscheint nicht gleichförmig, zeigt hellere Stellen mit dunkleren abwechselnd, körperliche Theile, die in demselben liegen, erscheinen gewöhnlich weniger deutlich, als in der umgebenden Flüssigkeit: ihre Grenzen verändern sich

häufig während der Beobachtung, indem sich die Luftblasen zusammenziehen, ausdehnen oder ihren Ort verändern.

I. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchungen unorganischer Gegenstände.

Im unorganischen Reiche hat die mikroskopische Untersuchung noch keine sehr ausgebreitete Anwendung gefunden. Doch giebt es auch hier Fälle, wo sie wichtige Resultate geliefert hat, ja bereits unumgänglich nothwendig geworden ist. Solche Fälle sind:

1. um kleine mit blossem Auge nicht mehr sichtbare Krystalle zu erkennen und ihre Form, ihr Krystallsystem zu bestimmen;

2. um fossile Infusorien zu entdecken und zu bestimmen, wie sie im Kieselguhr, Polirschiefer, Bergmehl u. s. w. sehr häufig vorkommen;

3. um zu bestimmen, ob ein Fossil, welches aus verschiedenen chemischen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, eine wirkliche chemische Verbindung, oder ein Gemenge, ein Aggregat, von mehreren chemisch verschiedenen Substanzen sei. Das Letztere sieht man z. B. sehr schön beim Basalt.

Man verfährt bei solchen Untersuchungen auf folgende Weise: Gewöhnlich untersucht man auch diese Gegenstände bei durchfallendem Lichte: man muss sie daher sehr fein zertheilt anwenden. Bildet das Fossil oder Salz nicht schon ursprünglich ein Pulver, so muss es in ein solches verwandelt werden. Man schabt deshalb etwas davon mit einem Messer ab, zerreibt eine kleine Menge in einem Achatmörser. Von diesem Pulver bringt man etwas auf den Objectträger. Es ist immer gut, einen Tropfen Wasser zuzusetzen, die Gegenstände werden dadurch besser vertheilt und erscheinen überhaupt viel schärfer und bestimmter. Sollte Wasser das Salz oder Mineral auflösen, so nimmt man statt desselben einen Tropfen Weingeist oder Oel. Man thut wohl, den Tropfen, der das Gemenge enthält, mit einem dünnen Glasplättchen zu bedecken: man vertheilt dadurch

die Substanz besser, bringt alle Theile in eine Ebene, verhindert das schnelle Verdunsten der Flüssigkeit, wobei überdies sich die Linse gewöhnlich mit Dunst beschlägt und verhütet das mögliche Eintauchen der Linse in die Flüssigkeit. Die beste Vergrösserung für solche Gegenstände, namentlich für Infusorien, ist eine ungefähr 200malige.

Beispiele einer solchen Untersuchnng zu geben, ist wohl kaum nothwendig. Man erkennt die Krystalle sehr leicht an ihren regelmässigen Formen, ihren ebenen Flächen und kann gewöhnlich bei einiger Uebung ihre Gestalt und das Krystallsystem, in das sie gehören, mit Leichtigkeit bestimmen, auch, nachdem man sie mit Hülfe der *Camera lucida* oder einer anderen der beschriebenen Vorrichtungen gezeichnet hat, mit dem Transporteur ihre Winkel messen. — Ebenso erkennt man die Panzer der fossilen Infusorien sehr leicht an ihren eigenthümlichen Formen und kann gewöhnlich daraus das Genus, ja oft die Species derselben bestimmen.

Wenn man der Masse einen Tropfen Salzsäure zusetzt, kann man erkennen, ob das Fossil und die Panzer der Infusorien aus Kalkerde oder aus Kieselerde bestehen; im ersteren Falle werden sie unter Entwickelung von Luftblasen aufgelöst, verschwinden unter dem Mikroskop; im letzteren nicht.

Ist das Infusorien enthaltende Fossil sehr dicht und hart, so dass es sich poliren lässt, ist es also z. B. Feuerstein, so kann man es am besten dadurch zur mikroskopischen Untersuchung vorbereiten, dass man es zu einer ganz dünnen Platte schleift oder schleifen lässt. Dasselbe kann man bei Basalt thun, um die dunkeln Parthien von Hornblende und Magneteisenstein in der farblosen und durchsichtigen Hauptmasse (Feldspath?) zu erkennen. Freilich ist dies Verfahren sehr mühsam, da die geschliffenen Platten, wenn das Mineral nicht sehr durchsichtig ist, sehr dünn sein müssen und die Dicke des Schreibpapiers selten übersteigen dürfen, wenn die Beobachtung deutlich werden soll.

Hat man etwas grössere, vollkommen undurchsichtige Krystalle zu untersuchen, oder sitzen diese auf dem Muttergestein auf, so muss man sie als opake Gegenstände behandeln und bei auffallendem Lichte betrachten. Man muss sich aber dann mit einer 60—90maligen Vergrösserung begnügen und kann die Krystallform selten so genau bestimmen, als bei durchgehendem Lichte.

Um zu erfahren, ob ein Fossil eine chemische Verbindung oder ein blosses mechanisches Gemenge bildet, kann man in manchen Fällen auch die mikrochemische Untersuchung mit der mikroskopischen verbinden. Gesetzt man habe einen Kalkmergel zu untersuchen, so verfahre man auf folgende Weise: Man bringt etwas von dem zu Pulver zerriebenen Mineral mit sehr wenig Wasser befeuchtet auf den Objectträger des Mikroskops und deckt ein Glasplättchen darüber. Man legt einen etwas aufgedrehten feinen Faden so unter das Deckblättchen, dass das eine Ende desselben sich unter dem Glasplättchen in der Mitte des Minerals befindet, das andere frei auf dem Objectträger liegt. Auf letzteres bringt man einige Tropfen verdünnte Salzsäure oder Salpetersäure: die Säure dringt durch Capillarität in den Faden, folgt dem Laufe desselben und wirkt auf die Substanz, welche unter Entwicklung von Kohlensäure zersetzt wird. Man sieht nun, indem man durch das Mikroskop beobachtet, ob nur gewisse Theilchen der Substanz Gasblasen entwickeln und ob am Ende des Versuchs, wenn frisch zugesetzte Säure keine Gasentwicklung mehr veranlasst, noch einzelne Theilchen der Substanz ihre unveränderte Form, ihre scharfen Ecken zeigen, oder ob alle Theilchen Gasblasen entwickeln und alle mehr oder weniger von der Säure afficirt worden sind. Im ersteren Falle war der kohlensaure Kalk mit den übrigen Theilen nur mechanisch gemengt, im anderen enthält jedes Theilchen etwas kohlensauren Kalk und derselbe ist chemisch mit den übrigen Bestandtheilen des Mergels verbunden. Versuche der Art sind jedoch nicht immer leicht, sie erfordern schon eine durch Uebung geschärfte Beobachtungsgabe.

Wie man zu verfahren habe, um die Krystallisation von Salzen aus ihren Auflösungen in Wasser u. s. w. unter dem Mikroskop zu beobachten, wurde bereits früher (bei der Anleitung zur mikrochemischen Untersuchung) angegeben.

An die mikrochemische Untersuchung unorganischer Gegenstände schliesst sich die

Anwendung der mikroskopischen Untersuchung für technische Zwecke.

Die Anwendung der mikroskopischen Untersuchung für Zwecke des gewöhnlichen Lebens ist bis jetzt noch sehr beschränkt, sie kann aber sehr mannigfaltig und häufig von grossem Nutzen sein. Dieses Instrument giebt oft augenblicklich über Verhältnisse Aufschluss, deren Erforschung durch andere Mittel sehr mühsam und zeitraubend, ja kaum möglich wäre.

Ich beschränke mich hier auf Angabe einiger Untersuchungen, die mir zufällig vorgekommen sind, und zu deren Anstellung keine Vorkenntnisse irgend einer Art erfordert werden.

Sehr interessante Aufschlüsse giebt die mikroskopische Untersuchung über alle solche Gegenstände, deren Brauchbarkeit für technische Zwecke durch den Grad der Kleinheit ihrer Theilchen, also durch die Feinheit ihrer Zertheilung bedingt wird. Diess gilt namentlich von allen Mineralfarben.

Es galt, mehrere Farben der Art aus verschiedenen Fabriken zu untersuchen, von denen die einen, wiewohl ihre Lebhaftigkeit dieselbe war, sich doch bei der Anwendung als weniger brauchbar gezeigt hatten. Die mikroskopische Untersuchung wies sogleich die Ursache nach: die Theilchen der einen waren viel gröber, als die der anderen, was das blosse Auge nicht mehr erkennen konnte, eine 200malige Vergrösserung aber sehr deutlich zeigte.

So ist das Mikroskop ein vorzügliches Prüfungsmittel für Salben, deren Güte, wie z. B. die der grauen Quecksilbersalbe, zum Theil von der feinen Zertheilung ihrer kleinsten Theilchen abhängt.

Ein Minimum dieser Gegenstände, wenn sie pulverig und trocken sind mit etwas Wasser benetzt, unter das Mikroskop gebracht, zeigt sogleich den Grad der Feinheit ihrer kleinsten Theilchen: man kann durch mikroskopische Messungen den Grad der Feinheit und damit die respective Güte einzelner Sorten mathematisch genau bestimmen.

Ebenso kann das Mikroskop als Prüfungsmittel dienen, um Verfälschungen wollener oder leinener Stoffe mit Baumwolle zu entdecken. Bei einiger Uebung kann man jede Baumwollenfaser von den Fasern eines leinenen Fadens und ebenso von jedem Haar der Wolle mit Sicherheit unterscheiden.

Auf ähnliche Weise kann man durch das Mikroskop Verfälschungen der Milch, der Chokolade mit Mehl entdecken. Setzt man zu diesen verfälschten Gegenständen unter dem Mikroskope etwas Jodlösung, so werden alle Amylonkörner des zur Verfälschung gebrauchten Mehles sogleich eine violette oder blaue Farbe annehmen.

II. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung von Pflanzentheilen.

Man darf hier natürlich keine vollständige Anleitung zu phytotomischen Untersuchungen erwarten; wir setzen vielmehr voraus, dass jeder Leser, der mikroskopische Untersuchungen von Pflanzentheilen vornehmen will, die Pflanzenanatomie und Physiologie ihren Hauptumrissen nach bereits kennt, und beschränken uns hier auf Angabe einiger praktischen Handgriffe, welche dienen sollen, über die ersten Schwierigkeiten bei solchen Untersuchungen wegzuhelfen.

Pflanzentheile wird man, da gewöhnlich bedeutendere Vergrösserungen dabei nöthig sind, meist bei durchgehendem Lichte untersuchen.

Man beginne mit der Untersuchung von Theilen, die eine sehr einfache Structur haben, z. B. der Haare, die sich an behaarten Stengeln, Blättern u. s. w. finden. Man braucht sie blos mit einer Scheere abzuschneiden oder mit einem Messer

abzuschaben, mit einem Tropfen Wasser auf den Objectträger zu bringen und mit einem Glasplättchen zu bedecken.

Darauf kann man an die Untersuchung zarter Blumenblätter gehen, die man vorher eine Zeit lang in Wasser gelegt hat, um sie durch Austreiben der in ihnen enthaltenen Luft durchsichtiger zu machen.

Um die Structur innerer Theile zu untersuchen, mache man feine Durchschnitte; dies geschieht bei festen und holzigen Theilen mit Hülfe eines scharfen Messers, nur bei ganz weichen und saftigen Theilen, wo keine Beschädigung des Instrumentes zu fürchten ist, mit dem Doppelmesser. Auch um den Bau des Pflanzeneis kennen zu lernen, macht man am besten feine Durchschnitte mit dem Doppelmesser. Diese müssen hier sowohl als bei anderen Pflanzentheilen, wenn man sich eine klare Einsicht in die Structur erwerben will, nach allen Richtungen in die Quere und Länge geführt werden.

Bisweilen muss man vor der mikroskopischen Untersuchung die Theile, deren Structur man kennen lernen will, erst sorgfältig präpariren: so muss man, um den Bau der mittleren Rindenschichten u. s. w. mikroskopisch untersuchen zu können, erst die sie bedeckenden Schichten wegnehmen.

Sehr häufig ist es möglich, ja nothwendig, bei phytotomischen Arbeiten auch mikroskopisch chemische Untersuchungen anzuwenden. So setze man einem Pflanzendurchschnitte u. dgl. Jodtinctur oder wässerige Jodlösung zu, um allenfalls vorhandenes Amylum zu entdecken, dessen Körner durch die Einwirkung des Jod eine violette oder blaue Farbe annehmen. Die mikrochemische Untersuchung dient ferner, um die Natur der in manchen Pflanzentheilen abgelagerten Krystalle, die chemischen Eigenschaften der Pflanzenfarbestoffe u. dgl. zu entdecken.

Diese kurzen Andeutungen mögen für den ersten Anfang genügen; wer die folgende Anleitung zur mikroskopischen und mikrochemischen Untersuchung thierischer Theile durchgemacht hat, wird die ihm vorkommenden Untersuchungen von Pflanzentheilen ohne Schwierigkeit ausführen können, da letztere viel

einfacher sind und viel weniger praktische Handgriffe erfordern, als die Untersuchungen thierischer Theile. Als Beispiele, wie man bei Pflanzenuntersuchungen, welche von den gewöhnlichen abweichen, zu verfahren habe, mögen sich die folgenden hier anschliessen.

Kreislauf bei Pflanzen.

Den Kreislauf (Saftlauf) der Pflanzen beobachtet man am schönsten an den Charen. *Chara flexilis* sowohl, als *Chara hispida* kann zur Beobachtung des Kreislaufs dienen, letztere Art jedoch zeigt das Phänomen am schönsten.

Hat man sich Exemplare der Chara aus einem Teiche, See u. s. w. verschafft, so kann man sie in einer Schüssel oder einem grossen Glase mit Wasser längere Zeit im Zimmer erhalten; die Pflanze hält sich so längere Zeit und setzt ihre Vegetation fort. Zur Beobachtung des Kreislaufes wählt man die dickeren Stengel und zwar ein so viel als möglich unversehrtes Stück derselben zwischen je zwei Knoten. Man schneide den Stengel ausserhalb der beiden Knoten ab, indem man sich hütet, letztere zu verletzen und nehme die kleinen Seitenschösslinge weg. Die Präparation des Stengels beginne man damit, dass man die äussere Rindenschicht sorgfältig abschabt, ohne die innere Schicht zu verletzen, weil dann die Circulation gewöhnlich aufhört. Unter der Rinde befindet sich eine Schicht von kohlensaurem Kalk, welche die Beobachtung ebenfalls stört. Man schafft sie dadurch hinweg, dass man den Stengel einigemale um seine Achse rollt, indem man mit der Fläche einer Messerklinge leicht aufdrückt, ähnlich wie man die Schaale eines hartgesottenen Eies zerbricht, ehe man sie abnimmt. Ein leichtes Schaben mit der Messerklinge reicht dann hin, diese Schicht vollends wegzunehmen. Säuren darf man zur Auflösung der Kalkschicht nicht anwenden, weil diese auch die Saftcirculation stören.

Ist der Stengel ziemlich durchsichtig geworden, so kann man zur Beobachtung schreiten. Sie gelingt am besten, wenn

sich der Stengel unter Wasser befindet; man lege ihn daher horizontal auf einen Objectträger, den man durch einen Rand von Siegellack zur Aufnahme einer kleinen Menge Wasser geschickt gemacht hat. Man sieht bei einer 100maligen Vergrösserung eine Menge kleiner Kügelchen, welche in beständiger Strömung begriffen sind; es sind immer zwei Strömungen vorhanden, die an beiden Seiten des Stengels in entgegengesetzter Richtung an einander vorbeigehen.

Hefenpflanzen.

Zu den einfachsten pflanzlichen Organismen, deren Entwickelung sich unter dem Mikroskope sehr schön beobachten lässt, gehören die Hefenpflanzen (*Torula Cerevisiae* nach Turpin), die überdies auch für den Pathologen von Interesse sind, da sie nicht selten im diabetischen Urin und in erbrochenen Flüssigkeiten vorkommen.

Untersucht man etwas gewöhnliche Bierhefe bei einer etwa 200maligen Vergrösserung, indem man einen halben Tropfen derselben auf den Objectträger bringt, mit etwas Wasser verdünnt und ein Glasplättchen darüber deckt, so sieht man in der Flüssigkeit sehr viele runde, durchsichtige Körperchen, von denen die meisten noch kleinere Körnchen in ihrem Inneren enthalten. Dies sind die Hefenpflanzen in ihrer einfachsten Form.

Um die Entwickelung derselben zu beobachten, nehme man etwas Malzdecoct oder auch blosses Zuckerwasser, setze ihm etwas Hefe zu und lasse es an einem warmen Orte in Gährung übergehen. Die Hefenpflanzen, welche anfangs jede nur aus einem Kügelchen bestanden, treiben Knospen, die bald die Grösse der ursprünglichen Körperchen erlangen; indem sie aber mit diesen im Zusammenhange bleiben, und von ihnen selbst wieder neue Knospen ausgehen, werden die Hefenpflanzen allmählich zu Reihen von paternosterförmig aneinandergereihten meist etwas länglichen Kügelchen. Drei bis fünf solcher zusammengereihter Kügelchen bilden gewöhnlich eine Pflanze. Zu gleicher Zeit erscheinen in der Flüssigkeit junge Pflänzchen,

die sich durch ihre geringere Grösse von den alten unterscheiden. Diese Entwickelung der Hefenpflanzen dauert so lange fort, bis die Gährung entweder unterbrochen wird oder vollendet ist, indem aller Zucker sich in Weingeist und Kohlensäure zerlegt hat.

III. Mikroskopische und mikrochemische Untersuchung thierischer Theile.

Dieser Abschnitt soll, dem Zwecke des Werkes entsprechend, so vollständig als möglich abgehandelt werden, damit auch der Ungeübtere eine Anleitung finde, wie er in allen ihm vorkommenden Fällen von mikroskopischen und chemischen Untersuchungen zu verfahren habe

1. Untersuchung thierischer Flüssigkeiten.

a. Reine Flüssigkeiten ohne körperliche Theile.

Reine Flüssigkeiten sind kein Object für die mikroskopische Untersuchung, sie fallen entweder der rein chemischen oder der mikrochemischen Untersuchung anheim. Die bei solchen Untersuchungen zu befolgenden Methoden wurden bereits früher angegeben; hier soll an ein Paar Beispielen gezeigt werden, wie man sie praktisch ausführt.

Untersuchung der Flüssigkeit, welche die Sudamina eines Menschen enthielten.

Diese Untersuchung soll als Beispiel einer mikrochemischen Untersuchung dienen.

Der Unterleib und die Brust eines Mannes, welcher an einem pituitösen Fieber darniederlag, war mit weisslichen, ungefärbten Bläschen bedeckt, welche stellenweise zusammenflossen. — Erhebungen der Oberhaut durch eine darunter ergossene Flüssigkeit (*Sudamina*, *Hydroata*).

Diese Bläschen wurden mit einer reinen Lanzette geöffnet, und von der in ihnen enthaltenen Flüssigkeit so viel als möglich in einem kleinen Reagensgläschen aufgefangen. Die ganze Menge der gesammelten Flüssigkeit betrug nur einige Tropfen:

sie war klar, farblos, ohne Geruch. Blaues und geröthetes Lacmuspapier wurden durch sie nicht verändert; sie enthielt also weder freie Säure noch freies Alkali.

Ein Viertelstropfen derselben wurde mit einem Glasstäbchen auf ein Objectglas gebracht, mit einem Glasplättchen bedeckt und bei einer 200maligen Vergrösserung mikroskopisch untersucht. Einige Epidermoidaltheile ausgenommen, liessen sich keine festen Theile entdecken: diese Reste waren aber offenbar durch das Aufstechen der Bläschen und das Abstreifen der Oberhaut beim Auffangen der Flüssigkeit erst zufällig hinzugekommen. Die Flüssigkeit war ursprünglich ohne alle festen Theile.

Um ihre Bestandtheile kennen zu lernen, blieb nur die chemische Analyse übrig, da aber die geringe Menge der Flüssigkeit keine chemische Untersuchung auf gewöhnlichem Wege erlaubte, wurde zur mikrochemischen Analyse geschritten.

Ein Viertelstropfen wurde wie vorhin auf ein Objectglas gebracht und mit einem Glasstäbchen ein halber Tropfen Alkohol zugesetzt: man entdeckte mit unbewaffnetem Auge keinen Niederschlag, ebenso wenig, nachdem die mit Alkohol vermischte Flüssigkeit mit einem Glasplättchen bedeckt und unter das Mikroskop gebracht worden war.

Eine andere Quantität der Flüssigkeit wurde mit Salpetersäure auf ähnliche Weise versetzt: sie zeigte weder dem unbewaffneten Auge, noch unter dem Mikroskop die geringste Spur eines Niederschlags.

Die Flüssigkeit enthielt also kein Eiweiss.

Ein Viertelstropfen der Flüssigkeit wurde auf dem Objectträger mit einem Viertelstropfen einer Auflösung von salpetersaurem Silber versetzt; es erfolgte sogleich ein schon mit blossem Auge wahrnehmbarer weisser Niederschlag, der durch Zusatz von etwas Salpetersäure nicht verschwand und unter dem Mikroskop wurstförmige Massen von brauner Farbe darstellte. — Chlorsilber. Die Flüssigkeit enthielt also Chlormetalle in ziemlicher Menge.

Eine kleine Quantität Flüssigkeit mit Ammoniak versetzt, zeigte unter dem Mikroskop keine Spur eines Niederschlages; es war also weder phosphorsaurer Kalk, noch phosphorsaure Magnesia zugegen.

Nach Zusatz von Chlorbaryum zu einer Quantität Flüssigkeit konnte man unter dem Mikroskop keine Spur eines Niederschlages entdecken, die Flüssigkeit enthielt also keine schwefelsauren Salze.

Ein Tropfen Flüssigkeit wurde auf einem dünnen Platinblech über der Spirituslampe erhitzt; er hinterliess nach dem Verdampfen nur eine sehr geringe Menge eines weisslichen Rückstandes, der beim fortgesetzten Erhitzen sich nicht schwärzte und allmählich, ohne zu verpuffen, spurlos verschwand. Sie enthielt also keine Extractivstoffe, keinen Salpeter, überhaupt keine feuerbeständigen Salze.

Ein Tropfen der Flüssigkeit wurde auf ein Objectglas gebracht und dieses mit einem Uhrglase bedeckt, um Staub abzuhalten. Man liess nun die Flüssigkeit allmählich bei gewöhnlicher Zimmerwärme verdunsten. Der Rückstand wurde mikroskopisch untersucht (bei 200maliger Vergrösserung); er zeigte viele Krystalle von verschiedener Grösse, aber alle von einer und derselben Form, ähnlich den Blättern des Farrenkrautes. Dies ist aber die Form, in welcher der Salmiak gewöhnlich krystallisirt. Ausser den erwähnten Krystallen war durchaus kein Rückstand wahrzunehmen.

Aus dieser Untersuchung, zu der nur 4 — 5 Tropfen der Flüssigkeit nöthig waren, geht aber hervor

1. dass die Flüssigkeit keine organischen Materien enthielt;

2. dass keine feuerbeständigen Salze in ihr enthalten waren;

3. dass sie blos Chlormetalle enthielt, und zwar wie aus der Krystallform und aus der Verflüchtigung derselben beim Glühen hervorgeht, blos Chlorammonium (Salmiak). Ausser dem Salmiak war natürlich noch Wasser zugegen.

Wie viel Salmiak in 100 Theilen Wasser aufgelöst war, konnte nicht bestimmt werden, da die geringe Menge der Flüssigkeit eine quantitative Untersuchung unmöglich machte.

Untersuchung von Urin.

Die mikroskopische Untersuchung von Urin beschränkt sich auf eine Untersuchung seiner Sedimente, da er ausser denselben keine körperlichen Theile enthält. Man erkennt die Natur eines Urinsedimentes theils an seinem Aussehen unter dem Mikroskope, wie bei Epithelialzellen, Eiterkörperchen, theils an der Krystallform, wie die Krystalle der Harnsäure, der phosphorsauren Ammoniakmagnesia, theils an den chemischen Eigenschaften: so die Bodensätze, welche aus harnsaurem Ammoniak bestehen. Da von allen diesen Sedimenten und den Methoden, wie man sie mit Sicherheit erkennt, in einem späteren Theil dieses Werkes sehr ausführlich die Rede sein wird, so begnügen wir uns hier, die chemische Untersuchung eines normalen Urines mitzutheilen, als Beispiel einer vollständigen quantitativen chemischen Untersuchung.

Der untersuchte Urin war vollkommen klar, hell gefärbt, ohne Spur eines Sedimentes, reagirte sauer.

Zuerst wurde sein specifisches Gewicht bestimmt. Ein Glasgefäss mit engem Halse und eingeriebenem durchbohrten Glasstöpsel, wie es früher bei der Bestimmung des spec. Gew. beschrieben wurde, wurde leer gewogen: es wog 4,00 Grammes. Darauf wurde es mit einem kleinen Trichterchen voll destillirtes Wasser gefüllt, der durchbohrte Glasstöpsel vorsichtig aufgesetzt, nachdem das überschüssige Wasser durch die feine Oeffnung des Stöpsels ausgetreten war, diese durch Auflegen des Fingers sorgfältig verschlossen, darauf das Glas von aussen sorgfältig abgetrocknet und sogleich auf die Wage gebracht. Es wog mit destillirtem Wasser gefüllt 29,29 Grs.

Das Wasser wurde nun ausgeleert, das Gläschen mit etwas von dem zu untersuchenden Urin ausgeschwenkt, um alles anhängende Wasser zu entfernen, dann wurde es durch ein kleines

Trichterchen mit Urin gefüllt, der Glasstöpsel vorsichtig aufgesetzt, das Glas wie vorher abgetrocknet und gewogen. Das Gläschen voll Urin wog 29,51 Grs. Daraus wurde nun das spec. Gew. des Urines auf folgende Weise berechnet: das absolute Gewicht des im Gläschen enthaltenen Wassers (d. h. das Gewicht des mit Wasser gefüllten Gläschens ohne das Gewicht des leeren Gläschens) verhält sich zum absoluten Gewicht des im Gläschen enthaltenen Urines, wie das spec. Gewicht beider. Setzt man nun das spec. Gew. des Wassers = 1000, so erhält man folgende Proportion: $29{,}29 - 4{,}00 : 29{,}51 - 4{,}00 = 1000 : x$. oder $25{,}29 : 25{,}51 = 1000 : x$.

Durch Rechnung findet man $x = 1008{,}7$, dies ist also das spec. Gew. des untersuchten Urines.

Um die ungefähre chemische Zusammensetzung des Urines kennen zu lernen, lässt man einen Tropfen Urin auf dem Objectträger, mit einem Uhrgläschen bedeckt, verdunsten. Der sehr geringe Rückstand zeigt mikroskopisch untersucht bei 200maliger Vergrösserung in einer amorphen Masse sehr viele farrenkrautartige und ziemlich viele sternförmige Krystallgruppen: erstere lösen sich sehr leicht in einem Tropfen zugesetzten Wassers: es sind Krystalle von Salmiak. Letztere lösen sich nicht in Wasser, wohl aber in Säuren und werden durch Zusatz von Ammoniak wieder niedergeschlagen. Ebenso kommen sie zum Vorschein, wenn man etwas Urin mit Ammoniak versetzt; untersucht man nach einiger Zeit den durch Ammoniak bewirkten Niederschlag mikroskopisch, so sieht man blos sternförmig-farrenkrautartige Krystallgruppen — phosphorsauren Kalk —, aber keine Spur der Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia.

Ein Tropfen Urin mit Salpetersäure versetzt, zeigt nach einiger Zeit unter dem Mikroskop die charakteristischen rhombischen Krystalle der Harnsäure. Nach dem Verdunsten hinterlässt er einen sehr reichlichen krystallinischen Rückstand von weisslicher Farbe. Unter dem Mikroskope erkennt man, dass er aus farblosen, blätterigen Krystallmassen von salpetersaurem Harnstoff besteht.

Einem Tropfen Urin wird etwas Oxalsäure zugesetzt: es entsteht keine Spur von Trübung. Der Urin enthält also ausser dem phosphorsauren Kalk keine weiteren Kalksalze. Beim Verdunsten des Tropfens erfolgt eine reichliche krystallinische Ausscheidung von oxalsaurem Harnstoff.

Nach dieser vorläufigen Untersuchung wird zur genauen quantitativen Analyse des Urines geschritten.

Ein kleines sehr dünnes Porcellanschälchen wird mit Urin gefüllt und gewogen.

Das Schälchen mit dem Urin wiegt	15,39 Grs.
Das leere Schälchen	5,93 -
Also der in ihm enthaltene Urin	9,46 Grs.

Der im Schälchen enthaltene Urin wird nun im Wasserbade zur Trockne abgeraucht.

Das Schälchen mit dem trockenen Rückstande wiegt	6,12 Grs.
Das leere Schälchen	5,93 -
Der Rückstand allein wiegt also	0,19 Grs.

9,46 Grammes des untersuchten Urines hinterlassen also 0,19 Grammes trockenen Rückstand; der Rest ist Wasser. Berechnet man der leichteren Uebersicht wegen die Menge der in 1000 Theilen Urin enthaltenen festen Bestandtheile, so erhält man folgende Proportion:

$$946 : 19 = 1000 : x \ (= 20{,}1).$$

Der trockne Rückstand wird nun über der Spirituslampe eingeäschert: die zurückbleibende Kohle wird nach dem Erkalten mit Salpetersäure befeuchtet und von Neuem so lange geglüht, bis alle Kohle verschwunden ist und der Rückstand eine Salzmasse von weisser Farbe darstellt. Das Schälchen mit dem feuerbeständigen Rückstande wird nun wieder gewogen: es

wiegt	6,03 Grs.
das leere Gläschen wog	5,93 -
der feuerbeständige Rückstand wiegt also	0,10 Grs.

Berechnet man wie oben den feuerbeständigen Rückstand auf 1000 Theile Urin, so erhält man folgende Proportion:

$946 : 10 = 1000 : x\ (= 10,5)$.

Um nun zu erfahren, welche Salze der feuerbeständige Rückstand enthält, wird er mit destillirtem Wasser behandelt und das dadurch Aufgelöste vom ungelöst Gebliebenen abfiltrirt.

Das Filtrat reagirt stark alkalisch.

Ein Theil desselben wird mit salpetersaurem Silber versetzt; es entsteht ein sehr reichlicher dottergelber Niederschlag, der beim Zusatz von Salpetersäure fast ganz wieder verschwindet. Das Filtrat enthält also eine ansehnliche Menge phosphorsaurer Salze.

Ein Theil des Filtrates wird mit Salpetersäure angesäuert und dann salpetersaures Silber zugesetzt; es entsteht eine sehr geringe weisse Trübung. Das Filtrat enthält also eine geringe Menge Chlormetalle.

Ein anderer Theil des Filtrates wird mit Salzsäure angesäuert und dann Chlorbaryum zugesetzt: es entsteht ein ziemlich reichlicher weisser Niederschlag. Die Flüssigkeit enthält also schwefelsaure Salze in ziemlicher Menge.

Einige Tropfen des Filtrates lässt man auf einem Glasplättchen vertrocknen; dem trocknen Salzrückstande wird ein Tropfen Salpetersäure zugesetzt, wodurch sogleich ein lebhaftes Aufbrausen erfolgt. Das Filtrat enthält also auch kohlensaure Salze.

Nachdem auf diese Weise die Säuren bestimmt worden sind, geht man zur Auffindung der Basen über.

Ein Theil des Filtrates wird mit Oxalsäure versetzt: es entsteht keine Spur von Trübung. Die Flüssigkeit enthält also keine Kalksalze.

Ein anderer Theil wird mit Ammoniak versetzt; es entsteht keine Spur von Trübung. Die Flüssigkeit enthält also keine Magnesia, die sich ausserdem bei gleichzeitiger Anwesenheit von Phosphorsäure durch den Zusatz von Ammoniak als phosphorsaure Ammoniak-Magnesia ausgeschieden haben müsste.

Durch Platinchlorid entsteht im Filtrate ein sehr unbedeutender Niederschlag, der unter dem Mikroskope krystalli-

nisch erscheint. Die Flüssigkeit enthält also Kalisalze in geringer Menge.

Die Oese eines reinen Platindrahtes, mit einem Tropfen des Filtrates befeuchtet, und mit der Spitze der inneren Löthrohrflamme zum Glühen erhitzt, färbt die äussere Löthrohrflamme sehr intensiv gelb. Die Flüssigkeit enthält also Natronsalze.

Der in Wasser unlösliche Theil der feuerbeständigen Salze besteht demnach aus Natron und etwas Kali, welche verbunden sind mit viel Phosphorsäure, Kohlensäure, Schwefelsäure (ziemlich viel) und Chlor (sehr wenig).

Der in Wasser unlösliche Theil der Salze wird in Salzsäure gelöst: er löst sich ohne Aufbrausen. Die filtrirte Lösung wird mit Ammoniak übersättigt: es bildet sich ein reichlicher Niederschlag, der unter dem Mikroskop farrenkrautartigblätterig erscheint — phosphorsaurer Kalk.

Die vom phosphorsauren Kalk abfiltrirte Flüssigkeit giebt mit Oxalsäure versetzt keinen Niederschlag; sie enthält also keinen (durch Auflösen von kohlensaurem Kalk gebildeten) salzsauren Kalk.

Es wird nun zur quantitativen Bestimmung des Harnstoffs geschritten. Zu diesem Zwecke werden 60,5 Grammes Urin auf dem Wasserbade abgedampft: der auf ein Drittheil ihres ursprünglichen Volumens abgedampften Flüssigkeit wird eine kleine Quantität Salpetersäure zugesetzt, welche von aller salpetrigen Säure vollkommen frei ist. Die Flüssigkeit nimmt eine röthliche Farbe an und nach einiger Zeit scheiden sich Flocken von schmutzig röthlicher-Farbe aus ihr ab. Diese werden durch Filtriren von der Flüssigkeit getrennt, das Gefäss sowohl, welches die ursprüngliche Flüssigkeit enthielt, als das Filtrum mit destillirtem Wasser wohl ausgewaschen, und das Filtrat nebst dem Waschwasser wieder auf dem Wasserbade abgedampft, bis der Rückstand anfängt dicklich zu werden. Er wird nun vom Wasserbade abgenommen und ihm etwas mehr als sein gleiches Volumen Salpetersäure, die vollkommen frei

von salpetriger Säure ist, zugesetzt. Es bilden sich sogleich weissliche krystallinische Ausscheidungen von salpetersaurem Harnstoff: nach dem völligen Erkalten ist die ganze Masse in einen starren krystallinischen Brei von salpetersaurem Harnstoff verwandelt. Dieser wird sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum von feinem Papiere gesammelt, und der den Wänden des Schälchens anhängende salpetersaure Harnstoff mit einem ebenfalls gewogenen Papiere sorgfältig abgewischt: letzteres wird in das Filtrum gesteckt. Nachdem der grösste Theil der Flüssigkeit vom Filtrum abgelaufen ist, wird dieses zwischen Löschpapier ausgepresst, um alle überflüssige Feuchtigkeit mit den in ihnen enthaltenen Salzen des Urines zu entfernen, dieses so lange wiederholt, als frisches Löschpapier noch etwas einsaugt, dann das Filtrum mit dem salpetersauren Harnstoff im Wasserbade getrocknet. Das Filtrum mit dem salpetersauren Harnstoff wiegt 1,26 Grs.

Das leere Filtrum nebst dem zum Abwischen des Harnstoffs von den Wänden des Schälchens gebrauchten Papiere wog	0,47 -
der salpetersaure Harnstoff wiegt also	0,79 Grs.

Diese Zahl ist indessen etwas zu gross, da das Filtrum sowohl, als das zum Abwischen gebrauchte Papier ausser salpetersaurem Harnstoff auch noch andere Salze des Urines eingesaugt haben und in ihren Poren zurückhalten. Es wird daher der salpetersaure Harnstoff vom Filtrum und dem anderen Papier sorgfältig abgenommen und für sich gewogen: er wiegt 0,66 Grs. Diese Zahl kommt der Wahrheit näher als die vorige, ist aber etwas zu klein, da ein geringer Verlust beim Sammeln des salpetersauren Harnstoffs unvermeidlich ist: wir nehmen daher aus beiden Zahlen das Mittel = 0,72 Grs.

Aus dieser Zahl wird nun die Menge des reinen Harnstoffs berechnet. Da 100 Theile salpetersaurer Harnstoff 52,6 Th. reinen Harnstoff enthalten, so erhält man folgende Proportion:

$$100 : 52{,}6 = 0{,}72 : x \ (= 0{,}379.)$$

Berechnet man nun daraus die in 1000 Theilen Urin enthaltene Harnstoffmenge, so erhält man folgende Proportion:

$$60{,}5 : 0{,}379 = 1000 : x \; (= 6{,}3).$$

Man hat nun die Hauptbestandtheile des Urines quantitativ bestimmt: wollte man noch die Menge der Harnsäure bestimmen, die in diesem Urin sehr unbedeutend war, so müsste man eine bedeutende Menge Urin anwenden, wenigstens 100 Grammes, diese im Wasserbade zur Trockne abdampfen, den trocknen Rückstand mit Alkohol erschöpfen. Das in Alkohol Unlösliche ist Harnsäure mit einigen feuerbeständigen Salzen, phosphorsaurem Kalk, schwefelsauren Salzen etc. Man würde den Rückstand wägen, dann einäschern und wieder wägen. Der durch das Einäschern entstandene Gewichtsverlust würde ziemlich genau die Menge der Harnsäure ausdrücken.

Stellt man nun die erhaltenen Resultate zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

Der untersuchte Urin hat ein spec. Gewicht von 1008,7.

Er enthält in 1000 Theilen.

Bei 100^0 flüchtige Stoffe, grösstentheils Wasser.		979,9
Feuerbeständige Salze, nämlich kohlensaures Natron, phosphorsaures Natron, Chlornatrium, schwefelsaures Kali.	10,5	
Harnstoff. , ...	6,3	
Salmiak, Extractivstoff, Milchsäure.	3,3	
Also feste Theile überhaupt. . . .		20,1
		1000,0

b. Thierische Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen.

Bei Flüssigkeiten mit körperlichen Theilen soll die chemische Untersuchung immer mit der mikroskopischen verbunden werden, wenn die Resultate einigermaassen brauchbar sein sollen. Die chemische Analyse derselben wird nach den schon früher angegebenen Regeln ausgeführt, wir nehmen daher in den folgenden Beispielen mehr auf die mikroskopische Untersuchung und die dabei nöthigen Handgriffe Rücksicht.

Blut.

Die Untersuchung des Blutes richtet sich, ausser der vollständigen chemischen Analyse, hauptsächlich auf die Untersuchung der Blutkörperchen, ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften, dann auf den Vorgang bei der Gerinnung des Blutes.

Um das mikroskopische Verhalten des Blutes kennen zu lernen und namentlich die Blutkörperchen nach allen ihren Eigenthümlichkeiten genauer zu studiren, wählt man am besten Froschblut, da dieses sehr grosse Blutkörperchen hat.

Man tödtet einen Frosch dadurch, dass man ihm mit einer grossen Scheere den Kopf abschneidet und lässt das Blut aus den Halsgefässen in ein Uhrgläschen tröpfeln, während ein Gehülfe das aufgefangene Blut mit einem Glasstäbchen 5—10 Minuten lang beständig umrührt, um allen Faserstoff abzuscheiden und das Gerinnen des Blutes zu einem Klumpen zu verhindern. Die Blutkörperchen selbst werden durch das Umrühren nicht im mindesten verändert.

Man bringt nun von dem geschlagenen Blute einen Tropfen auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber und untersucht bei etwa 200 maliger Vergrösserung. Die Blutkörperchen erscheinen als elliptische Körper von schwach gelblich rother Farbe, etwa $\frac{1}{80}'''$ lang und $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{150}'''$ breit: in ihrer Mitte erkennt man einen gleichfalls elliptischen oder rundlichen Kern. Bei Zusatz von Wasser werden die Blutkörperchen blässer, ihre Form wird unregelmässig, der Kern erscheint deutlicher. Die durch Einwirkung des Wassers fast verschwundenen Hüllen der Blutkörperchen werden durch Zusatz von Jodtinctur wieder deutlicher: sie nehmen dadurch eine gelblich braune Farbe an. Durch längere Einwirkung von Wasser, von Essigsäure wird die Hülle der Blutkörperchen allmählich ganz aufgelöst und es bleibt nur der Kern übrig. Man kann auf diese Weise das Verhalten verschiedener Reagentien gegen die Blutkörperchen und ihre Kerne prüfen, indem man zu einem Tropfen geschlagenen Blutes einen oder mehrere Tropfen eines be-

liebigen Reagens setzt, dieses eine Zeit lang einwirken lässt, dann ein Glasplättchen darauf legt und unter dem Mikroskope beobachtet.

Ebenso kann man unter dem Mikroskope die Einwirkung von Reagentien auf das die Blutkörperchen umgebende Blutserum beobachten: so gerinnt durch Zusatz von Salpetersäure, von essigsaurem Blei das Eiweiss des Blutserums.

Soll das Reagens sehr lange und sehr intensiv auf die Blutkörperchen oder das Blutserum einwirken, so digerirt man einige Tropfen Blut mit einer grösseren Menge des Reagens entweder in einem Uhrgläschen, und bringt dann nach längerer Einwirkung einen Tropfen des gehörig umgerührten Gemisches auf den Objectträger, oder man bringt Blut und Reagens zusammen auf einen Objectträger, den man mit einem Rande von Siegellack oder von Bleiweissfirniss (wie es bei der Anleitung zur mikrochemischen Untersuchung angegeben wurde) umgeben hat, und beobachtet so die Einwirkung stufenweise unter dem Mikroskop.

Um die Blutkörperchen von Menschenblut zu untersuchen, verfährt man auf ähnliche Weise, indem man eine Quantität frisches Blut schlägt, um den Faserstoff abzuscheiden und das Gerinnen zu verhindern, und dann einen Tropfen davon auf den Objectträger bringt. Gewöhnlich ist aber die Menge der Blutkörperchen so gross, dass man die einzelnen nicht gehörig beobachten kann. Man thut daher wohl, den Tropfen Blut durch etwas Zuckerwasser oder besser noch durch Blutserum zu verdünnen, da letzteres die Blutkörperchen gar nicht, ersteres nur nach längerer Einwirkung etwas verändert; reines Wasser verändert sie sogleich. Hat man keine grössere Quantität von Blut zu seiner Disposition, so genügt es, wenn man sich mit einer Nadel oder der Spitze eines Federmessers eine kleine Stichwunde beibringt und den herausgepressten Tropfen Blut mit etwas Zuckerwasser verdünnt auf den Objectträger bringt.

Im menschlichen Blute sind die Blutkörperchen rund, $\frac{1}{400}'''$ gross, in der Mitte vertieft, wie ihr Schatten ganz deutlich

zeigt: Kerne lassen sich mit Bestimmtheit an ihnen nicht erkennen.

Um die Gerinnung des Faserstoffes und die Bildung des Blutkuchens mikroskopisch zu beobachten, lässt man eine geringe Quantität frischen Blutes in ein Gläschen mit Zuckerwasser fliessen; der grössere Theil des Blutes sinkt zu Boden, gerinnt dort und bildet einen gewöhnlichen Blutkuchen. Der obere Theil der Flüssigkeit bleibt farblos oder sehr wenig gefärbt: man entdeckt in ihm nach vollendeter Gerinnung sehr zarte spinnewebenartige Massen, welche die ganze Flüssigkeit durchziehen. Nimmt man diese heraus und bringt sie auf den Objectträger, indem man sie ausbreitet, mit einem Tropfen Zuckerwasser befeuchtet und bei 200 maliger Vergrösserung untersucht, so sieht man vollkommen amorphe, farblose Massen (geronnenen Faserstoff), welche stellenweise, gleichsam in ihren Maschen, gelbrothe Parthien von Blutkörperchen einschliessen, von denen man die einzelnen sehr deutlich erkennt. Man überzeugt sich auf diese Weise, dass der Blutkuchen nicht durch Agglutination der einzelnen Blutkörperchen aneinander, sondern durch eine Gerinnung des Faserstoffes entsteht, welcher bei seinem Gerinnen die Blutkörperchen einschliesst.

Bisweilen, doch nicht immer, gelingt es, den Vorgang bei der Gerinnung unter dem Mikroskop zu beobachten, wenn man einen Tropfen ganz frisches Blut mit einigen Tropfen Zuckerwasser verdünnt, auf den Objectträger bringt, die Flüssigkeit in eine dünne Schicht ausbreitet und bei einer etwa 100maligen Vergrösserung beobachtet.

Eiter.

Eiter nennt man gewöhnlich alle krankhaft abgesonderten Flüssigkeiten, welche eine dickliche, rahmähnliche Consistenz und eine weissliche oder gelbliche Farbe haben. Dieser sogenannte Eiter kann indessen einen sehr verschiedenen Ursprung, sehr verschiedene morphologische und chemische Eigenschaften haben, er kann wirklicher Eiter sein, kann aus abgestossenen

Epithelialtheilen, aus Fett, aus zerflossener Tuberkel- oder Markschwammmasse bestehen. Wir sprechen hier nur vom eigentlichen Eiter, dem *pus bonum et laudabile* der Chirurgen.

Um dessen mikroskopische Eigenschaften kennen zu lernen, wähle man Eiter von einer gutartigen eiternden Wunde, von einem vollkommen reifen Abscess äusserer Theile, bringe einen Tropfen davon auf den Objectträger, bedecke ihn mit einem Glasplättchen und beobachte bei 200 maliger Vergrösserung.

Man entdeckt in einer farblosen Flüssigkeit sehr viele rundliche Körper von c^{a} $\frac{1}{150}$''' Durchmesser; dies sind die Eiterkörperchen. Sie sind selten vollkommen glatt und eben, gewöhnlich mit kleinen Körnchen besetzt. Behandelt man sie mit Essigsäure, so werden sie durchsichtig und in ihrer Mitte treten Kerne hervor, einer, zwei, auch drei, welche napfförmig ausgehöhlt erscheinen und in dem Maasse deutlicher werden, als die sie umgebende Hülle durch die Einwirkung der Essigsäure verschwindet. Gewöhnlich sieht man ausser den Eiterkörperchen noch andere, viel kleinere Körnchen; dies sind meist Fettkörnchen, wie ihr chemisches Verhalten zeigt.

Auswurf.

Die mikroskopische Untersuchung des Auswurfs ist nicht schwierig, setzt aber eine genaue Kenntniss der Epithelialgebilde und der verschiedenen Producte der Entzündung, wie Körnchenzellen, Eiterkörperchen u. s. w. voraus.

Bei chemischen Untersuchungen desselben befolge man die für Analysen schleimhaltiger Flüssigkeiten angegebene Methode.

Man bringt etwas von dem Auswurf auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darauf und untersucht bei 200 maliger Vergrösserung. Zeigt der Auswurf verschiedenartige Parthien, welche an Farbe, Consistenz u. dgl. von einander abweichen, so muss man jede dieser Parthien besonders untersuchen.

Man erkennt die unveränderten Epithelialzellen sogleich an ihrer eigenthümlichen Form (s. das später für die Untersuchung von Epithelium Mitgetheilte) und bemerkt sich, ob es Pflaster-

epithelium oder Cylinderepithelium ist. Man weiss, dass ersteres aus der Mundhöhle, letzteres aus der Nase, der Trachea und den Bronchien kommt. (Flimmerepithelium, oder Zellen mit Flimmerhaaren sieht man im Auswurf nie, oder höchst selten; da nun zwischen Flimmerepithelium und Cylinderepithelium weiter kein Unterschied statt findet, als dass bei letzterem die Flimmerhaare des ersteren fehlen, so darf man keinen Anstand nehmen, das beobachtete Cylinderepithelium der Nase und den Bronchien zuzuschreiben, wiewohl diese Theile eigentlich Flimmerepithelium enthalten.) Ebenso lässt sich die Quantität der Epithelialzellen ziemlich genau abschätzen. Gewöhnlich sieht man ausser Epithelialzellen nur noch Fetttröpfchen und Eiterkörperchen; man bemerke sich ihre Menge.

Im normalen Auswurf, d. h. in dem bei Katarrh und einfacher Reizung der Respirationsschleimhaut, sieht man in der Regel weiter keine körperlichen Theile: bisweilen noch Muskelprimitivbündel — Reste von der Speise des Kranken, welche zwischen den Zähnen hängen geblieben sind.

Den Schleim macht man dadurch sichtbar, dass man Essigsäure zusetzt; er gerinnt dann und bildet unter dem Mikroskope amorphe Massen, welche die übrigen körperlichen Theile einschliessen; so kann man auch seine ungefähre Menge abschätzen.

Sollte noch Eiweiss zugegen sein, so erkennt man dieses durch Zusatz von Salpetersäure, welches den Schleim nicht coagulirt: das Eiweiss gerinnt dadurch und bildet amorph-feinkörnige Parthien von bräunlicher Farbe.

Im Auswurf bei Bronchitis sind gewöhnlich die Epithelialzellen verschwunden und werden durch Eiterkörperchen ersetzt, die man vorzüglich daran erkennt, dass bei Zusatz von Essigsäure ihre Hüllen verschwinden und ihre Kerne zum Vorschein kommen. Man merke in solchen Fällen besonders auf die Form, welche die Aggregate von Eiterkörperchen zeigen. Bisweilen bilden sie grosse, unregelmässige Massen, deren Durchmesser mehrere Linien beträgt, bisweilen schmale Streifen von $\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{40}$''' Dchm. Man kann daraus mit ziemlicher Sicherheit auf

den Sitz der Bronchitis schliessen: im ersteren Falle sind mehr die grösseren Bronchialäste, im letzteren ihre kleineren Verzweigungen der Sitz der Absonderung.

Ganz verschieden ist der Auswurf in der Pneumonie. Hier entdeckt man im ersten Stadium, so lange die Sputa rostfarbig sind, gewöhnlich Blutkörperchen, welche bald einzeln in der Flüssigkeit schwimmen, bald mit ihren Rändern aneinanderklebend, Reihen, Zeilen (nicht Säulen, wie im geschlagenen Blute) bilden, bald zu grösseren Haufen vereinigt sind. Man erkennt die Blutkörperchen an ihrer gelbröthlichen Farbe und ihrer Grösse: ihre Form ist gewöhnlich verändert, der Eindruck in der Mitte verschwunden, ihre rundliche Form, wenn mehrere aneinander anliegen, oft eckig geworden. Ausser den Blutkörperchen sieht man noch Körnchenzellen, d. h. rundliche, $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{80}'''$ grosse Aggregate von schwärzlichen Körnchen, und gewöhnlich sehr viele Eiterkörperchen.

Man unterscheidet auch hier bei einiger Uebung leicht, von welchen Stellen des Respirationssystemes die einzelnen Parthien des Auswurfes herstammen. Man sieht kugelige Parthien, grösstentheils aus Eiterkörperchen oder auch aus Körnchenzellen mit Blutkörperchen gemischt, welche in Schleim eingebettet sind, bestehend; diese entsprechen den Endigungen der Bronchien, den Lungenzellen. Parthien von Eiterkörperchen, in Stränge von geringem Durchmesser geformt, entsprechen den feineren Bronchialästen. Der Auswurf aus den grösseren Bronchialästen besteht aus Parthien, theils von Eiterkörperchen, theils von modificirten Epithelialcylindern, welche durch eine mehr schleimige Masse verbunden werden und dickere Stränge oder Bänder bilden. Die Theile des Auswurfs, welche aus der Mundhöhle herstammen, erkennt man an dem in ihnen befindlichen Pflasterepithelium.

In späteren Stadien der Pneumonie fehlen die Blutkörperchen und man entdeckt nur noch die übrigen beschriebenen Elemente.

Bei Tuberculosis der Lungen ist der Auswurf verschieden, je nachdem er blos aus den Bronchien kommt, oder Product

zerflossener Tuberkeln ist, und aus einer eben geplatzten Vomica herrührt. Im ersteren Falle, wenn er blos aus den Bronchien kommt und das Product einer die Tuberculosis immer begleitenden örtlichen Bronchitis bildet, verhält er sich ganz, wie der bei der Bronchitis beschriebene: er zeigt ausser Schleim und Epithelialzellen der Mundhöhle und Trachea blos Eiterkörperchen, deren einzelne Parthien die beschriebene verschiedene Anordnung zeigen, je nachdem sie aus grösseren oder kleineren Bronchialästen herstammen.

Besteht er dagegen blos aus zerflossener Tuberkelmasse, welche in Folge des Platzens einer Vomica ausgeleert wird, so enthält er zwar auch gewöhnlich Eiterkörperchen, die entweder von den Wänden der Vomica abgesondert wurden oder sich erst während des Durchganges durch die Bronchien beimischten, aber er enthält ausserdem noch zerflossene Tuberkelmasse, deren mikroskopische Charaktere, wie die aller aufgelösten, durch Zersetzung ihrer Organisation beraubten Theile, schwer zu definiren sind und besser durch unmittelbare mikroskopische Untersuchung zerflossener Tuberkelmasse aus tuberculösen Lungen erkannt werden. Die zerflossene Tuberkelmasse bildet unter dem Mikroskop eine amorphe, unbestimmte, breiartige, farblose Masse, welche gewöhnlich noch Reste von zerstörten (Tuberkel-) Zellen und einzelne Körnchen oder ganze Körnchenhaufen (aufgelöste Körnchenzellen) enthält. Sehr charakteristisch für sie sind die bisweilen in ihr vorkommenden Reste des zerstörten Lungengewebes. Man sieht nämlich nicht selten in solchem Auswurf macerirte Bündel von Sehnenfasern, die schlingenförmig miteinander vereinigt, unregelmässige Maschen bilden. Dies sind die Reste der bei Untersuchung der Lungen genauer beschriebenen Sehnenfasern, welche das Gerippe der Lungensubstanz bilden und hier in Folge der Erweichung der Tuberkeln abgestorben, abgelöst und etwas macerirt mit der ausfliessenden Tuberkelmasse ausgeleert worden sind (vgl. Untersuchung der Tuberkeln).

2. Untersuchung thierischer Concremente.

Die meisten thierischen Concremente sind nicht organisirt und eignen sich daher nur für eine chemische, nicht für eine mikroskopische Untersuchung. Hieher gehören die Harnsteine: ihre Untersuchung ist meist leicht, da sie nicht sehr zusammengesetzt zu sein pflegen. Von der dabei zu befolgenden Methode war im Allgemeinen schon früher die Rede: in einem der folgenden Theile wird sie noch genauer besprochen werden.

Bei Untersuchung mancher Concretionen jedoch kann die mikroskopische Untersuchung sehr zweckmässig mit der chemischen Analyse verbunden werden, welche letztere dadurch sehr abgekürzt wird. Wir lassen hier ein Beispiel einer solchen Untersuchung folgen:

Gallenstein eines Menschen.

In der Gallenblase eines alten Mannes fand sich eine wallnussgrosse Masse von gelblichbrauner Farbe; sie hatte die Consistenz des Wachses, liess sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken und war ohne bestimmte Form. Es war ein noch weicher und nicht vollkommen ausgebildeter Gallenstein.

Eine kleine Portion desselben, von der Grösse eines Senfkornes, wird auf den Objectträger gebracht, mit etwas Weingeist befeuchtet, damit sie sich leichter zerdrücken lässt, dann durch ein aufgelegtes Bedeckungsplättchen zerdrückt und so zu einer gleichmässigen dünnen Schicht ausgebreitet.

Bei 220maliger Vergrösserung entdeckt man Folgendes:

1. sehr viele, farblose Krystalle von verschiedener Grösse, zwischen $\frac{1}{20}$ und $\frac{1}{100}'''$ Dchm. Sie bilden rhomboidische Tafeln, deren stumpfer Winkel 103^0 misst (vgl. T. III. Fig. 3); sie liegen theils einzeln, theils in Haufen beisammen, und viele decken sich gegenseitig. Der Geübtere erkennt sie sogleich für Krystalle von Cholestearin;

2. amorph-faserige Massen von gelber Farbe. Ihre Natur lässt sich durch die blosse mikroskopische Untersuchung nicht näher bestimmen;

3. sehr intensiv gelbgrün und gelbroth gefärbte Klumpen von unbestimmter Form. Setzt man Salpetersäure zu, so verwandelt sich diese gelbliche Farbe erst in eine grüne, dann in eine blaue, später in eine violette, endlich in eine blassrothe. Man überzeugt sich also bestimmt, dass die Färbung dieser Klumpen von Gallenfarbestoff herrührt;

4. hie und da nadelförmige Krystalle von der Form des Margarin (vgl. T. III. Fig. 2. *c*).

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt also folgende Bestandtheile des Gallensteins 1. Cholestearin, 2. etwas Margarin, 3. Gallenfarbestoff. Die Untersuchung mehrerer Portionen von verschiedenen Theilen des Steines zeigte überall dieselben Elemente, aber in sehr verschiedener Menge, so dass stellenweise das Cholestearin, an anderen Stellen der Gallenfarbestoff, ja selbst das Margarin vorherrschte. Da diese sehr ungleiche Zusammensetzung des Concrementes eine quantitative Analyse unnöthig machte, so wurde, um die Resultate der mikroskopischen Untersuchung zu controliren, eine blos qualitative chemische Analyse eingeschlagen.

Ein erbsengrosses Stückchen des Steines wurde solange mit Alkohol von 830 spec. Gew. gekocht, als dieser noch etwas auflöste, dann die Auflösung noch heiss filtrirt. Das Filtrat war farblos, es liess beim Erkalten und noch mehr beim allmählichen Verdunsten des Alkohols ein glänzend weisses Pulver fallen. Dies bestand unter dem Mikroskop betrachtet aus farblosen tafelförmigen Krystallen von Cholestearin; die meisten waren jedoch nicht vollkommen auskrystallisirt, bildeten mehr Blätter als Tafeln und von ihren Winkeln war gewöhnlich nur der eine deutlich. Unter ihnen befanden sich mehrere nadelförmige Krystalle von Margarin. Nach dem vollständigen Verdampfen der Lösung erschienen sehr schöne Krystalle von Cholestearin, wenig Margarinkrystalle und Spuren von Elaintropfen.

Der in Alkohol unlösliche Rückstand des Gallensteines betrug sehr wenig. Er wurde mit kochendem Wasser behandelt,

welches sehr wenig aufnahm: das Filtrat war farblos, es hinterliess auf einem Platinblech einen kaum merklichen Rückstand, der sich verkohlte und durch längeres Glühen verschwand, ohne Asche zu hinterlassen. Das von Wasser Aufgelöste verhielt sich gegen Reagentien wie Wasserextract. Der in Wasser unlösliche Theil des Rückstandes bestand, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte, blos aus Gallenfarbestoff.

Um sich davon noch bestimmter zu überzeugen, wurde eine kleine Portion des unveränderten Gallensteines eine Zeit lang mit verdünnter Kalilauge gekocht. Die Flüssigkeit färbte sich grünlich, während der Rest des Steines vollkommen weiss und farblos wurde. Wurde er nun auf den Objectträger gebracht, mit etwas Wasser befeuchtet, zerdrückt und mikroskopisch untersucht, so sah man, dass er blos noch aus einer Anhäufung von Cholestearinkrystallen mit wenigen Nadeln von Margarin bestand. Die Kalilauge hatte allen Gallenfarbestoff ausgezogen.

Der untersuchte Gallenstein besteht also hauptsächlich aus Fett (sehr viel Cholestearin, etwas Margarin und einer Spur von Elain), dann aus Gallenfarbestoff und etwas Wasserextract.

3. Untersuchung organisirter thierischer Theile.

Bei Untersuchung solcher Theile ist in der Regel die mikroskopische Untersuchung die Hauptsache und die chemische Analyse dient nur zur Unterstützung derselben, hauptsächlich um die Zusammensetzung der in jenen Theilen enthaltenen Flüssigkeiten zu bestimmen.

Wir beginnen hier wieder mit dem Leichteren, nämlich mit der Untersuchung der einfachen Gewebe, der Elementartheile des menschlichen und thierischen Körpers.

a. Untersuchung einfacher Gewebe.

Für die chemische Untersuchung einfacher Gewebe gilt das, was früher über die chemische Untersuchung organisirter thierischer Theile überhaupt gesagt wurde.

Zu ihrer mikroskopischen Untersuchung hat man verschiedene Handgriffe nöthig, um sie so vorzubereiten, dass ihre einzelnen Theile und die Anordnung derselben vollkommen deutlich erscheint. Man muss sie deshalb auf dem Objectträger ausbreiten, durch ein aufgelegtes Glasplättchen zusammendrücken und dadurch dünner, durchsichtiger machen. In einigen Fällen darf man kein Glasplättchen auflegen, wenn die einzelnen Theile in ihrer ursprünglichen Form erscheinen sollen, weil sie durch den Druck desselben verändert werden; so beim Gehirn; dann muss man sich begnügen, sie mit feinen Nadeln, deren Spitzen häkchenförmig umgebogen sind, und deren stumpfe Enden durch Wachskügelchen auf den Objectträger festgeklebt werden, auszuspannen.

Um diese Theile deutlich zu machen, muss man sie gewöhnlich mit einer Flüssigkeit befeuchten, wohl auch damit auswaschen. Gewöhnlich wählt man hiezu Wasser; da aber manche Theile, wie Blut, Nerven u. s. w. dadurch verändert werden, muss man für sehr zarte Gegenstände Zuckerwasser, verdünntes Eiweiss, Blutserum anwenden.

Um gewisse sehr zarte Theile, welche man ihrer Blässe und Durchsichtigkeit wegen kaum wahrnimmt, deutlicher zu sehen, kann man sie durch wässerige Jodlösung oder Jodtinctur färben, wodurch sie deutlicher erscheinen; doch werden dadurch nicht selten ihre Formen einigermaassen verändert.

Besser indess als alle allgemeine Regeln ist die Uebung; um sie zu erleichtern, wollen wir hier die Untersuchung der wichtigsten Gewebe als Beispiele folgen lassen.

Zellgewebe.

Um das Zellgewebe so deutlich als möglich zu sehen, wählt man am besten solche Parthien, wo es rein und frei von anderen Theilen, namentlich von Fett vorkommt, als die Zellgewebsscheiden, welche die Muskeln, namentlich die der Extremitäten umgeben, die Zellgewebscheiden der Nerven und Gefässe, die dünne Zellgewebsschicht, welche die serösen

Häute an die von ihnen ausgekleideten Theile anheftet, welche die einzelnen Häute des Darmcanales mit einander verbindet u. s. w.

Man hebt mit einer Pincette eine Parthie des Zellgewebes auf und schneidet von dem angespannten Theile mit einer feinen Scheere ein kleines Stückchen ab, so klein als man es nur immer erhalten kann: dieses bringt man auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu (von dem das Zellgewebe nicht verändert wird), und zerrt mit zwei feinen Messerchen oder noch besser mit zwei feinen an Stiele befestigten Nadeln das Stückchen Zellgewebe so gut als möglich auseinander, um seine untereinander verschlungenen feinsten Fasern deutlich zu machen. Dann deckt man ein Glasplättchen darüber, das man stark aufdrückt, um die Parthie so dünn als möglich auszubreiten.

Die angewandte Vergrösserung muss wenigstens 200 Mal im Durchmesser betragen. Man sieht nun gewöhnlich die einzelnen unter $\frac{1}{1000}'''$ dicken Fasern des Zellgewebes sehr deutlich, wie sie, meist geschlängelt, nur wo sie angespannt sind, gerade verlaufend, bald einzeln, bald zu Bündeln vereinigt, sich in allen Richtungen durchkreuzen.

Indem man verschiedene Reagentien zusetzt, kann man das chemische Verhalten der Zellgewebsfasern unter dem Mikroskope bestimmen; man wird finden, dass sie vom Wasser gar nicht, von Essigsäure und Ammoniak nur sehr wenig afficirt werden.

Die vollständige chemische Untersuchung des Zellgewebes würde darin bestehen, dass man es erst mit Alkohol, dann mit Wasser auszöge, um dadurch die extractartigen Materien zu erhalten; dann so lange mit Wasser kochte, bis die Zellgewebsfasern ganz verschwunden sind. Es hat sich durch das Kochen in gewöhnlichen Leim verwandelt.

In den fibrösen Häuten, der Cutis, den Sehnenfasern, den serösen Häuten, welche alle gleichfalls aus Zellgewebsfasern bestehen, sind letztere sehr innig mit einander verwebt. Um

daher in diesen Gebilden die einzelnen Zellgewebsfasern deutlich zu sehen, muss man sehr kleine Stückchen nehmen und diese mit Nadeln sehr auseinanderzerren, auffasern. Will man mehr die Verbindung der Fasern zu Bündeln und den Verlauf dieser Bündel studiren, so nehme man ein kleines, sehr dünnes Stückchen, ohne es zu zerfasern: man muss dann freilich auf die deutliche Erkennung der einzelnen Fasern verzichten.

Fettzellgewebe.

Das Fettzellgewebe — Zellgewebe, in dem Fett abgelagert ist, — findet sich am reinsten unter der äusseren Haut fast an allen Körpertheilen, namentlich an den Extremitäten.

Um es mikroskopisch zu untersuchen, schneidet man mit einer feinen Scheere ein Stückchen von der Grösse einer halben Linse ab, bringt es auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu und bedeckt das Object mit einem Glasplättchen, das man mässig aufdrückt. Bei einer 200maligen Vergrösserung sieht man rundliche oder ovale farblose Massen, in Parthien vereinigt, — die Fettzellen — zwischen denselben Zellgewebfasern und sparsame Blutgefässe, welche letztere aber nur dann sichtbar sind, wenn sich, wie gewöhnlich, noch Blut in ihnen befindet. In den Fettzellen sieht man bisweilen, doch verhältnissmässig nur selten, sternförmige Körperchen (T. III. Fig. 2. a. b), die der Geübtere sogleich für Krystallgruppen von ausgeschiedenem Margarin erkennt. — Drückt man stärker auf das bedeckende Glasplättchen, so wird ein Theil des in den Fettzellen enthaltenen Fettes ausgetrieben und schwimmt, Oeltropfen von verschiedener Grösse bildend, in dem zugesetzten Wasser. — Von der chemischen Untersuchung des Fettzellgewebes war bereits früher die Rede (s. die mikrochemische Untersuchung fester Theile).

Elastisches Gewebe.

Zur Darstellung des elastischen Gewebes, das in der mittleren Haut der Arterien, in den sogenannten gelben Bändern

und in einigen Knorpeln vorkommt, wählt man am besten die mittlere Haut der Aorta. Man präparirt entweder die äussere oder die innere Haut ab, zieht von der blossgelegten mittleren Haut, die ganz aus elastischem Gewebe besteht, mit Hülfe der Pincette einen Fetzen ab und wählt dessen dünnsten Theil, nachdem man ihn durch Abschaben mit dem Skalpell noch etwas verdünnt hat, zur Beobachtuug. Ein abgeschnittenes kleines Stückchen wird auf den Objectträger gebracht, man setzt einen Tropfen Wasser zu, fasert das Object mit Hülfe zweier Messerchen oder zweier Nadeln so gut als möglich auf und deckt ein Glasplättchen darüber.

Beobachtet man bei einer etwa 200maligen Vergrösserung, so erscheinen, wenn das gewählte Stückchen hinreichend dünn ist, wenigstens an dessen Rändern die elastischen Fasern deutlich als dünne Cylinder von der Dicke der Zellgewebsfasern, aber nicht wie diese geschlängelt, sondern gerade verlaufend, straffer als jene und häufig gabelig getheilt. Sie sind sehr innig mit einander verwebt, bilden in ihrer Vereinigung eine feste, sehr spröde Masse, die sich nicht wie das Zellgewebe leicht auseinanderziehen lässt: — daher ist eine sehr feine Zertheilung des Stückes durch sorgfältige Präparation nöthig, wenn man sie deutlich sehen will.

Will man das elastische Gewebe chemisch untersuchen, dann muss man es vor allen durch eine sorgfältige Präparation von allen fremden Theilen reinigen, und erst mit Alkohol, dann mit Wasser ausziehen. Man bestimmt die in diesen Medien auflöslichen Theile, meist extractartige Materien. Zuletzt wird der Rückstand mit Wasser mehrere Tage lang gekocht, wodurch er in Leim des elastischen Gewebes umgewandelt wird.

Muskeln.

a. Willkührlich bewegliche Muskeln.

Diese Art des Muskelgewebes, welche sich morphologisch wesentlich von der folgenden unterscheidet, tritt uns entgegen in allen eigentlichen Muskeln, in denen der Extremitäten, des

Thorax, des Kopfes, in der Muskelsubstanz des Herzens. Um sie mikroskopisch zu untersuchen, wählt man einen der erwähnten Muskeln, schneidet mit einer feinen Scheere ein Stückchen von der Grösse einer halben Linse von demselben ab (am besten aus seiner Mitte, um kein Zellgewebe eingemengt zu bekommen). Dieses Stückchen bringt man auf den Objectträger, setzt einen Tropfen Wasser zu, zerfasert das Stückchen so gut als möglich und deckt ein Glasplättchen darüber.

Man wählt zur Betrachtung eine Vergrösserung von etwa 200mal Dchm. Es erscheinen sogleich die Muskelprimitivbündel als farblose, bandartige, mit einander parallele Streifen von $\frac{1}{100} - \frac{1}{200}'''$ Dchm. Sie sind mit zarten Querstreifen versehen u. s. w. und erhalten dadurch ein schönes, sehr charakteristisches Ansehen; sie sind jedoch nicht platt, sondern schwach gewölbt, wie schon die Vertheilung ihres Schattens zeigt und wie man sehr deutlich sieht, wenn man das Stückchen senkrecht auf die Richtung der Primitivbündel mit einem scharfen Messer durchschneidet: die Durchschnittsflächen mehrerer Primitivbündel bilden längliche Ellipsoide, welche gegen die beiden Ränder hin spitz zulaufen; viele dagegen erscheinen abgerundet, halbkugelig (wahrscheinlich, weil die Hülle der Bündel sich zusammenzieht und den Inhalt einschnürt). — Versucht man es, das Stückchen der Muskelsubstanz zu zerreiben, indem man dem Glasplättchen bei starkem Druck eine drehende Bewegung auf dem Objectträger mittheilt, so verschwinden gewöhnlich an mehreren Primitivbündeln die Querstreifen und es erscheinen statt derselben cylindrische Längsfasern, ungefähr von der Dicke der Zellgewebsfasern; dies sind die primitiven Muskelfasern. Setzt man zu einem Stückchen (nicht zerriebener) Muskelsubstanz einen Tropfen Essigsäure, so wird sie durchsichtig, die Querstreifen, ja die ganze Substanz, verschwinden allmählich grösstentheils für das Auge: es erscheinen nun im Innern der Primitivbündel kleine, längliche, unregelmässig cylindrische, bisweilen gekrümmte, sehr scharf markirte Körperchen — wahrscheinlich

Reste der Zellenkerne, welche noch von der ursprünglichen Bildung der Primitivbündel übriggeblieben sind.

Man kann das chemische Verhalten der Muskelsubstanz prüfen, indem man unter dem Mikroskope verschiedene Reagentien auf sie einwirken lässt.

b. Nicht willkührlich bewegliche (organische) Muskeln.

Sie bilden die Muskelhaut des Magens und Darmcanales, die Muskelsubstanz des Uterus und sind von den willkührlichen Muskeln morphologisch sehr bestimmt verschieden. Um sie mikroskopisch zu beobachten, wählt man eines von den erwähnten Gebilden, z. B. den Magen, präparirt entweder dessen Schleimhaut oder den Peritonealüberzug sorgfältig ab und schneidet mit einer feinen Scheere von der blossgelegten Muskelhaut ein kleines Stückchen ab, das man auf den Objectträger bringt, mit einem Tropfen Wasser bedeckt, mit feinen Messerchen oder Nadeln so fein als möglich zerfasert und mit einem Glasplättchen bedeckt. Bei Anwendung einer etwa 200maligen Vergrösserung erscheinen die organischen Muskelfasern oder Bündel als farblose, parallellaufende Bänder von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{600}$''' Breite ohne alle Spur von Querstreifen oder Längsfasern. Doch sind sie nur dann deutlich, wenn das gewählte Stückchen sehr dünn ist und sehr sorgfältig präparirt wurde. Besser sieht man die einzelnen Fasern, wenn man auf der sorgfältig abpräparirten Muskelhaut oder auf dem frischen Durchschnitte eines wohl ausgewässerten Uterus mit dem Messer schabt, das Abgeschabte auf den Objectträger bringt, einen Tropfen Wasser zusetzt und das Bedeckungsplättchen auflegt. Es erscheinen dann immer kleine Parthien von Fasern oder auch einzelne abgerissene Muskelfasern sehr deutlich: nur ist diese Methode nicht geeignet, von der parallelen Lagerung der Muskelfasern und ihrer Vereinigung zur Muskelsubstanz eine deutliche Vorstellung zu geben.

Häufig sieht man an einzelnen organischen Muskelfasern einen rundlichen Kern, bisweilen mit Kernkörperchen. Diese Kerne erscheinen immer sehr deutlich nach dem Zusatz von Essigsäure, wodurch die Muskelsubstanz sehr durchsichtig wird,

ja zum Theil für das Auge verschwindet. Sie gleichen gewöhnlich den bei den willkührlichen Muskeln beschriebenen Kernen, sind aber meist etwas kürzer und breiter als diese.

Haare.

Will man den Bau der Haare nur obenhin kennen lernen, so lege man sie auf den Objectträger, bedecke sie mit einem Glasplättchen und beobachte bei 100 bis 200maliger Vergrösserung. Man sieht, dass das Haar einen langgestreckten Cylinder oder vielmehr Kegel bildet, der gegen die Spitze zu immer dünner wird, dass sich ferner durch die ganze Länge des Haares ein gefärbter Längscanal hinzieht, der an der Spitze blind endigt. Noch deutlicher wird die Beobachtung, wenn man einen Tropfen Wasser zusetzt, weil dann die Umrisse des Haares schärfer erscheinen. Um die Wurzel des Haares beobachten zu können, muss man dasselbe sehr vorsichtig ausziehen.

Für genauere Untersuchungen ist es nöthig, sich feine Durchschnitte, namentlich Querdurchschnitte der Haare zu verschaffen. Man erhält die letzteren entweder durch Abschneiden mittelst einer sehr scharfen Scheere, oder auch, indem man das Haar auf eine harte Unterlage bringt und mit einem scharfen Messer kleine Stückchen abschneidet, — oder indem man mehrere Haare zu einem Bündelchen zusammenlegt, dieses mit Faden fest umwickelt und nun mit einem Rasirmesser, oder auch mit dem Doppelmesser kleine Stückchen abschneidet. Diese Scheiben müssen so dünn sein, dass sie, auf ihrer Basis stehend, ganz durchsichtig erscheinen. Längsdurchschnitte und Längslamellen der Haare verschafft man sich, indem man ein Haar der Länge nach spaltet (was freilich mühsam ist) oder indem man von einem Bündel Haare mit dem Messer kleine Parthien abschabt. Zur Untersuchung dieser Präparate wählt man am besten eine etwa 400malige Vergösserung.

Epidermis.

Um die Structur der Epidermis kennen zu lernen, braucht man nur von der Oberhaut der Hände u. s. w. mit einem stum-

pfen Messer etwas abzuschaben, die abgeschabte weisse kleienartige Masse auf den Objectträger zu bringen, einen Tropfen Wasser zuzusetzen und ein Glasplättchen aufzulegen. Man sieht bei 200maliger Vergrösserung farblose unbestimmt rundliche Platten (Zellen oder Kerne) — dies sind die Zellen, welche die Epidermis zusammensetzen. — Deutlicher wird die Structur der Epidermis, wenn man die Haut eines Leichnams untersucht, indem man, vom *Rete Malpighi* anfangend, die Epidermis schichtenweise der mikroskopischen Beobachtung unterwirft. Im *Rete Malpighi* selbst sieht man deutliche, mehr runde Zellen mit Kernen; je weiter man nach Aussen rückt, um so mehr platten sich diese Zellen ab, und werden endlich an der Oberfläche der Epidermis zu Schuppen, welche weder Kerne noch eine deutliche runde Form mehr zeigen.

Epithelium.

Die mikroskopische Untersuchung des Epithelium hat keine Schwierigkeiten. Man braucht nur mit einem Messer über die Oberfläche einer Schleimhaut hinzugleiten, um sogleich eine Menge Epitheliumzellen abzustreifen. Das Abgestreifte bringe man auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu, decke ein Glasplättchen darauf und beobachte bei 200maliger Vergrösserung. Man sieht immer Epithelialzellen mit Kernen: diese Zellen sind aber nach der Natur der gewählten Schleimhaut verschieden. Bekanntlich giebt es mehrere von einander verschiedene Formen der Epithelialzellen, die man Pflasterepithelium, Cylinderepithelium und Flimmerepithelium genannt hat. Vor allem suche man sich daher durch Anschauung einen Begriff von diesen verschiedenen Arten zu erwerben.

Um Pflasterepithelium zu sehen, wähle man das Epithelium der Mundhöhle, indem man es auf die oben beschriebene Weise abstreift und unter das Mikroskop bringt. Man sieht grosse rundliche, ovale oder unbestimmt viereckige Platten, welche ganz durchsichtig sind und einen runden, derben Kern enthalten. Gewöhnlich sind sie mit einzelnen kleinen

Körnchen bedeckt. Um sie deutlich zu sehen, muss man entweder das Licht dämpfen, da sie sehr zart und durchsichtig sind, oder etwas Jodtinctur zusetzen, wodurch sie eine gelbröthliche Farbe annehmen und deutlicher werden. Um sie von allen Seiten zu sehen, bringt man sie in einem Tropfen Wasser ohne Deckplättchen unter das Mikroskop und versetzt durch leises Anstossen an den Objectträger die Flüssigkeit in eine schwankende Bewegung: die in dem Wasser frei schwimmenden Zellen drehen sich bisweilen um ihre Achse und präsentiren sich dem Auge des Beobachters von allen Seiten. Die erwähnte Manipulation muss man auch bei den übrigen Formen des Epithelium und überhaupt bei der Untersuchung aller kleiner Körperchen anwenden, wenn man sie von allen Seiten beobachten und ihre Form genau kennen lernen will.

Das Cylinderepithelium erhält man am vollkommensten von der Schleimhaut des Dünndarmes, der Gallenblase: es bildet Zellen von der Form eines Cylinders oder vielmehr Kegels, welche in ihrer Mitte einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen enthalten und bald einzeln in der Flüssigkeit schwimmen, bald zu grösseren, membranartigen Massen aneinandergereiht sind.

Das Flimmerepithelium findet sich an der Nasenschleimhaut, an der Schleimhaut der Trachea. Es gleicht ganz dem Cylinderepithelium, nur dass hier die kegelförmigen Zellen an ihrem breiten Ende mit Härchen oder Wimpern besetzt sind; doch erscheinen diese Wimpern nicht immer deutlich.

Nerven.

Wir sprechen hier hauptsächlich nur von der mikroskopischen Untersuchung der sensitiven und motorischen Nerven. Um sie zu sehen und ihre Structur unter dem Mikroskop zu beobachten, wählt der Anfänger am besten einen der grösseren Nervenstämme, wie den *Plexus brachialis*, *Nervus ischiadicus*. Man präparire ein Stück dieser Theile frei von dem umgebenden Zellgewebe, isolire einen Nervenstrang, schneide von die-

sem ein etwa linienlanges Stückchen ab, öffne das Neurilem mit einer feinen Scheere, schlitze es der Länge nach auf, setze einen Tropfen Wasser zu und ziehe die einzelnen Nervenprimitivfasern mit zwei feinen Nadeln auseinander, um sie so viel als möglich zu isoliren. Man bedecke das Präparat sanft mit einem Glasplättchen, ohne stark zu drücken und untersuche es bei etwa 200maliger Vergrösserung.

An den Rändern des Präparates sieht man gewöhnlich einzelne bandartige Streifen, gegen $\frac{1}{200}'''$ breit: man erkennt an ihnen deutlich ausser den äusseren Contouren zwei parallellaufende Contouren innerhalb derselben, ein Zeichen, dass man es hier nicht mit einem soliden Cylinder, sondern mit hohlen, oder wenigstens mit Cylindern zu thun habe, deren innerer Theil aus einer Materie besteht, welche das Licht anders bricht als die äussere Hülle. Diese Cylinder sind die Nervenprimitivfasern. — An den Stellen, wo sie abgerissen oder abgeschnitten sind, entdeckt man in ihrem Inneren häufig eine körnige Masse, welche man bisweilen durch Druck auf das bedeckende Glasplättchen herausdrücken kann. Im Inneren des Präparates sieht man diese Nervenprimitivfasern mit einander parallel laufen: sie berühren sich, ohne je mit einander zu anastomosiren und ohne in einander überzugehen (ausser an ihren peripherischen Enden). Der ganze Nervenbündel ist mit einer Hülle von Zellgewebsfasern umgeben, in sie eingebettet; man erkennt letztere sogleich an den früher beschriebenen Eigenschaften und an ihrem geschlängelten, wellenförmigen Verlauf.

Das Gehirn und Rückenmark, dann der *Nervus sympathicus* und die Sinnesnerven haben mikroskopisch betrachtet ein anderes Ansehen als die beschriebenen Nerven, man muss sie daher besonders kennen lernen. Ihre Untersuchung geschieht im Allgemeinen auf dieselbe Weise, nur die der Sinnesnerven und des Gehirns macht eine Ausnahme. Präparirt man diese auf die genannte Weise zur mikroskopischen Untersuchung, indem man ihnen Wasser zusetzt und sie mit einem Plättchen bedeckt, so erscheinen sie als dünne, bandartige Streifen von

$\frac{1}{400}$ — $\frac{1}{800}$''' Dchm., welche in regelmässigen Zwischenräumen variköse Anschwellungen zeigen. Diese varikösen Anschwellungen sind indess nicht ursprünglich in ihnen vorhanden, sie sind durch die Einwirkung des Druckes und des Wassers künstlich hervorgebracht; auch Fäulniss und mehrere Reagentien vermögen sie hervorzurufen. Um diese Gebilde in ihrer ursprünglichen Form kennen zu lernen, muss man sie statt mit Wasser, mit Eiweiss befeuchten und muss ihnen, anstatt durch Druck, durch Ausspannen die erforderliche Durchsichtigkeit zu verschaffen suchen. Man bringe ein etwas grösseres Stückchen, einen mit dem Doppelmesser gemachten feinen Durchschnitt, einer Parthie des Gehirns, einen vom Neurilem entblössten Strang des *Nervus opticus* u. s. w. auf den Objectträger, befeuchte ihn, um sein Eintrocknen zu verhindern, mit Blutserum oder mit frischem Eiweiss eines Hühnereies, dann nehme man einige feine Nähnadeln, deren Spitzen man in der Flamme einer Weingeistlampe zu feinen Häkchen umgebogen hat, hake die Ränder des Stückchens damit an und befestige die dickeren Enden der Nadeln mit Wachskügelchen auf den Objectträger, indem man durch sanftes Anziehen derselben dies Stückchen sanft ausspannt und auf diese Weise durchsichtiger, zur Beobachtung geeigneter macht. In einem so zubereiteten Nerven der erwähnten Art erscheinen die Primitivfasern nicht mehr varikös, sondern als gleichdicke Cylinder.

Knorpel.

Man unterscheidet eigentliche Knorpel mit Knorpelkörperchen und Faserknorpel. Um ihre Structur kennen zu lernen, wählt man am besten die Rippenknorpel oder die Knorpel des Larynx, welche beide Structurverhältnisse zugleich zeigen.

Man nehme ein Stück eines nicht verknöcherten Rippenknorpels, ziehe das Perichondrium ab und schneide mit einem scharfen Messer ein ganz dünnes Scheibchen davon ab: dieses bringe man auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu und bedecke es mit einem Glasplättchen.

Betrachtet man das Präparat bei etwa 150 maliger Vergrösserung, so sieht man in einer homogenen, amorph-körnigen, schwach gelblich oder bräunlich gefärbten Masse sehr viele unbestimmt rundliche oder ovale Vertiefungen; in jeder derselben entdeckt man mehrere Zellen von unbestimmt rundlicher oder ovaler Form, welche einander meist unmittelbar berühren und sich dadurch gegenseitig abplatten. Sie sind etwas heller und durchsichtiger, als das umgebende Gewebe und enthalten gewöhnlich jede ein oder mehrere kleine Körperchen (meist Fetttröpfchen). Dies ist das eigentliche Knorpelgewebe.

An anderen Stellen sieht man sehr zarte Fasern, welche etwas dunkler erscheinen, als das übrige Knorpelgewebe und eine bräunliche, ja in grösseren Massen eine schwärzliche Farbe zeigen. Sie laufen meist parallel, gewöhnlich etwas wellenförmig oder geschweift; sie gehen allmählich und unmerklich in die eigentliche Knorpelsubstanz über und bilden bald grössere bald kleinere Parthien von unregelmässiger Form zwischen derselben.

In manchen Knorpeln, wie in den Knorpelschichten, welche die Gelenkflächen an den Knochen der Extremitäten überziehen, fehlt dieses Fasergewebe.

Die chemische Untersuchung des Knorpelgewebes ist sehr einfach: man zieht durch Aether das Fett, durch Alkohol und Wasser die extractartigen Materien aus und verwandelt das übrigbleibende Knorpelgewebe durch lange fortgesetztes Kochen in Chondrin.

Da unsere Aufgabe darin besteht, eine Anleitung zur mikroskopischen und chemischen Untersuchung, nicht aber eine Histologie zu geben, so haben wir uns im Vorhergehenden hauptsächlich auf die Methode der Untersuchung beschränkt und von den Structurverhältnissen nur das beschrieben, was dem Untersuchenden sogleich in die Augen fällt und vollkommen sicher ist. Wem im weiteren Verfolg solcher Untersuchungen daran gelegen ist, das Gesehene zu deuten und die

oft sehr verschiedenen darüber aufgestellten Ansichten und Hypothesen kennen zu lernen, den müssen wir auf die Handbücher der Histologie und ähnliche Werke verweisen. Wir empfehlen zu diesem Zwecke folgende Werke, ohne damit alles in ihnen Enthaltene für richtig und genügend erklären zu wollen.

O. Köstlin, die mikroskopischen Forschungen im Gebiete der menschlichen Physiologie. Stuttgart 1840.

Louis Mandl, *Anatomie microscopique.* Eine Reihe von Heften in Folio mit Abbildungen. Paris 1838 — —.

J. Berres, Anatomie der mikroskopischen Gebilde des menschlichen Körpers. Eine Reihe von Heften in Folio mit Abbildungen. Wien 1836 ff.

Fr. Gerber, Handbuch der allgemeinen Anatomie. Bern, Chur und Leipzig 1840. Mit Abbildungen.

b. Untersuchung zusammengesetzter thierischer Theile.

Die Untersuchung dieser Theile ist schwieriger und verwickelter, als die Untersuchung der im Vorhergehenden beschriebenen Gegenstände. Man muss zu einer Menge Hilfsmittel seine Zuflucht nehmen, um Alles deutlich zu erkennen, sehr harte Gegenstände, wie Knochen, Zähne, schleift man zu dünnen Platten, von weicheren macht man feine Durchschnitte mit dem Doppelmesser; sind die Gegenstände sehr weich, so dass man nicht wohl feine Scheiben von ihnen abschneiden kann, so lege man sie eine Zeit lang in eine gesättigte Auflösung von kohlensaurem Kali: viele Theile werden dadurch härter, consistenter und können nun leichter in dünne Scheiben geschnitten werden. Auch hier hat man es bisweilen nöthig, die Gegenstände auf die früher beschriebene Weise auszuspannen, wenn sie ganz unverändert erscheinen sollen; dies gilt namentlich bei Untersuchungen des Gehirns.

Zu Verdünnungs- und Befeuchtungsmitteln wählt man gewöhnlich Wasser, nur wo gewisse Theile durch dasselbe verändert werden, Eiweiss, Blutserum, Zuckerwasser. Diese ge-

nannten Verdünnungsmittel muss man namentlich dann anwenden, wenn man die Capillargefässe verschiedener Objecte noch frisch mit Blut injicirt mikroskopisch untersuchen will.

Sehr häufig wird die Anwendung von Reagentien nöthig, theils um sehr zarte Theile zu färben und dadurch deutlicher zu machen, theils um gewisse Theile wegzuschaffen, aufzulösen, damit andere, von ihnen verdeckte, besser hervortreten.

Die folgenden Beispiele sollen zeigen, wie diese Regeln in einzelnen Fällen ihre Anwendung finden.

Knochen.

Bei Untersuchung der Knochen beginnt man am besten damit, dass man das Gewebe, die Substanz der Knochen kennen lernt, und dann erst zur Betrachtung des Baues dieser Gebilde im Grossen übergeht.

Um die Knochensubstanz mikroskopisch zu untersuchen, schneide man mit einem Messer von einem frischen Knochen, gleichviel von welchem Theile desselben, ganz dünne Stückchen ab, bringe diese auf den Objectträger, setze einen Tropfen Wasser zu, decke ein Glasplättchen darauf und untersuche bei etwa 200maliger Vergrösserung. Sind die abgeschnittenen Stückchen dünn genug (sie dürfen die Dicke des gewöhnlichen Schreibpapieres nicht überschreiten), so sieht man eine farblose, ziemlich homogene und structurlose Masse, die aber gewöhnlich wegen ihrer ungleichen Dicke hellere und dunklere Stellen zeigt. Bei genauer Betrachtung sieht man in dieser homogenen Masse dunklere Flecken von unregelmässig elliptischer Form, ungefähr $\frac{1}{100}'''$ lang, $\frac{1}{300}'''$ breit. Sie sind gewöhnlich an beiden Enden spitz, in der Mitte etwas breiter, an den Rändern unregelmässig gezackt. Von ihnen gehen radienförmig dunkle Linien aus, welche unregelmässig geschlängelt nach allen Seiten verlaufen und bisweilen sich verzweigen. Die dunkleren Flecke mit diesen von ihnen ausgehenden Linien haben das Ansehen einer Fliege oder überhaupt eines vielfüssigen Insects. Dies sind die sogenannten Knochenkörperchen. Sie sind bald in sehr grosser

Anzahl vorhanden, so dass die von ihnen ausgehenden Linien sich gegenseitig berühren, bald sparsamer. Gewöhnlich sind sie symmetrisch, reihenweise geordnet, so dass ihre langen Achsen in lauter parallelen, geraden oder krummen Linien liegen.

Behandelt man die Knochenstückchen mit verdünnter Salzsäure oder Salpetersäure, wodurch die mit ihnen verbundenen Kalksalze aufgelöst und ausgezogen werden, so erscheinen die Knochenkörperchen, so wie das sie umgebende Gewebe, zwar heller und durchsichtiger, ohne jedoch ganz zu verschwinden, dagegen verschwinden die radienförmig von ihnen ausgehenden Linien vollständig.

Will man die Zusammensetzung der Knochen im Grossen und die Anordnung der beschriebenen Elementartheile in denselben studiren, so hat dieses einige Schwierigkeiten. Man hat nämlich dazu sehr feine Durchschnitte nöthig, sowohl Querdurchschnitte (bei Röhrenknochen senkrecht auf ihre Achse gemacht) und Längsdurchschnitte (parallel mit der Achse) als Durchschnitte in verschiedenen schiefen Richtungen. Zu diesen Durchschnitten wählt man frische Knochen, die man vorher mit Alkohol auskochen kann, um das die Beobachtung störende Fett zu entfernen. Man bearbeitet Stücke dieser Knochen erst mit der Feile, schleift sie dann anfangs auf einem gröbern, später auf einem feinern Schleifstein so lange zu, bis sie dünne Platten von der erforderlichen Durchsichtigkeit darstellen. Dies Abschleifen ist indess sehr mühsam, leichter ist die folgende Methode. Man lege die Knochenstücke einen, zwei oder mehrere Tage in sehr verdünnte Salzsäure; durch diese werden alle Kalksalze aus ihnen ausgezogen und es bleibt nur eine durchscheinende knorpelartige Masse (leimgebendes Gewebe) zurück, welche noch ganz die frühere Structur des Knochens besitzt, aber biegsam ist und sich leicht schneiden lässt. Von einem so präparirten Knochen kann man mit einem scharfen Messer nach jeder beliebigen Richtung hinreichend feine Durchschnitte abschneiden. Diese bringe man unter das Mikroskop, setze

einen Tropfen Wasser zu, bedecke sie mit einem Glasplättchen und untersuche bei 1 — 200 maliger Vergrösserung.

An Längsdurchschnitten aus der Rindenschicht des Knochens sieht man nun sehr viele Längscanäle, von denen die kleinsten etwa $\frac{1}{100}$''' Dchm. haben. Sie bestehen aus einem Hohlcylinder von Knochensubstanz: viele solcher Röhren laufen parallel neben einander; zwischen ihnen sieht man Knochenkörperchen, deren Achsen meist mit der der Canäle parallel laufen.

An Querdurchschnitten so präparirter Knochen sieht man sehr viele runde oder rundliche Oeffnungen, die in der Rindensubstanz kleiner sind, gegen die Markhöhle des Knochens hin immer grösser werden. Dies sind die querdurchschnittenen Knochencanäle: die kleineren derselben bestehen aus einer einfachen Röhre von Knochensubstanz, die grösseren sind mit mehreren concentrischen Lamellen von Knochensubstanz, mehreren in einandersteckenden Röhren umgeben. Auch hier sieht man Knochenkörperchen, deren Achsen gewöhnlich mit der Richtung der Lamellen parallel laufen.

Das in den Knochen enthaltene Mark, welches aus sehr zartem Fettzellgewebe besteht, muss man besonders untersuchen: die Blutgefässe der Knochen werden gewöhnlich nur durch künstliche Injectionen deutlich.

Wie die erwähnten Röhren und Canäle in verschiedenen Knochen verlaufen, gehört nicht hieher: man untersucht dies auf die beschriebene Weise, indem man viele nach allen Richtungen geführte Durchschnitte unter das Mikroskop bringt.

Auf ganz ähnliche Weise, wie wir es hier von den Knochen angegeben haben, präparirt man auch die Zähne zur mikroskopischen Untersuchung.

Von der chemischen Untersuchung der Knochen war bereits früher die Rede (siehe die chemische Untersuchung fester thierischer Substanzen).

Untersuchung der Lungen.

Man nehme ein Stück einer normalen Lunge und schneide es mit einer scharfen Scheere durch, um einen frischen Durchschnitt zu bekommen: von der frischen Fläche schneide man mit einem feinen Scheerchen ein linsengrosses Stückchen ab, bringe es auf den Objectträger, bedecke es mit einem Glasplättchen, ohne Wasser zuzusetzen und drücke das Stückchen mässig zusammen. Man wählt zur Untersuchung eine etwa 200 malige Vergrösserung. Es erscheinen sehr viele Luftblasen von verschiedener Grösse, die man an ihrer runden Form, ihrem dunklen Rande und der hellen Mitte sogleich erkennen wird. Zwischen ihnen zeigen sich die Blutgefässe der Lunge noch mit Blut erfüllt: man kann ihre Richtung, Anastomosen, ihren Durchmesser, den Grad ihrer Anfüllung gewöhnlich leicht erkennen, wenn anders die Lunge frisch ist, man einen allzustarken Druck vermieden hat (weil dadurch das Blut ausgepresst wird) und man sogleich beobachtet, ehe noch das Blut ausgeflossen ist. Um das eigentliche Object schwimmen gewöhnlich grosse Massen von Blutkörperchen und Luftblasen in schnellen, unregelmässigen Strömen.

Die Structur des Lungengewebes wird durch dieses Verfahren nicht deutlich, weil gewöhnlich das Blut und die Luftblasen das eigentliche Lungengewebe verdecken. Man nimmt daher nach vollendeter Beobachtung das Deckplättchen ab, setzt einige Tropfen Wasser zu, legt das Glasplättchen wieder auf, drückt stark darauf und wiederholt dieses Verfahren, um alle Luft auszupressen und alles Blut auszuwaschen, mehrmals, bis das Object nicht mehr geröthet erscheint. Nun sieht man das Lungengewebe deutlich und untersucht es, indem man das Object auf dem Objecttische hin und herschiebt, um allmählich seine verschiedenen Parthien in das Gesichtsfeld zu bringen. Der Blick des Anfängers wird gewöhnlich zuerst von intensiv schwarzen Massen gefesselt, die in unregelmässigen Parthien in das Lungengewebe eingesprengt sind und bei genauerer Un-

tersuchung als Haufen kleiner schwarzer Körnchen erscheinen — dies ist schwarzes Pigment. Nächstdem ziehen farblose Fasern die Aufmerksamkeit auf sich, die, meist in Bündel vereinigt, stellenweise parallel laufen, dann sich von einander trennen, wieder mit anderen Faserbündeln vereinigen und so weite Maschen bildend, ein netzartiges Gewebe mit weiten, aber unregelmässigen Oeffnungen darstellen. Dies sind Sehnenfasern, welche das Gerippe, die Grundlage des Lungengewebes bilden. Die Wände der Blutgefässe sieht man nie oder höchst selten, wenn einmal das Blut ausgewaschen worden ist. Ebenso wenig bemerkt der Anfänger gewöhnlich die Schleimhaut der feinsten Bronchialendigungen und Luftzellen. Doch sieht der Geübtere in der das Object umgebenden Flüssigkeit meist die den letzteren angehörigen Epithelialzellen als farblose rundliche Körper, häufig mit deutlichem Kern. Auch der Anfänger erkennt gewöhnlich die Schleimhaut deutlich, nachdem er dem Object einen Tropfen Essigsäure zugesetzt hat; an den Rändern des Objectes und in den Räumen, welche die Schlingen der Faserbündel frei lassen, erscheint nun eine sehr zarte, vollkommen amorph-membranöse Masse, mit rundlichen oder ovalen, deutlich markirten Körperchen bedeckt. Dies ist die Schleimhaut und letztere sind die durch die Säure deutlicher gewordenen Kerne ihrer Epithelialzellen.

Kennt man nun die normale Structur der Lungen, so kann man zur Untersuchung pathologisch veränderter Lungen übergehen. Um bei derartigen Untersuchungen Nichts zu übersehen, verfährt man am besten methodisch, ähnlich wie es für Untersuchungen normaler Lungen angegeben wurde. Soll die Untersuchung genau werden, so muss man alle Theile, welche sich in ihrer Farbe, Consistenz u. dgl. von den übrigen unterscheiden, einzeln mikroskopisch untersuchen.

Man bringt zuerst ein kleines Stückchen, von einem frischen Durchschnitt genommen, ohne Wasser unter das Mikroskop. Es lässt sich daran genau bestimmen, ob der untersuchte Theil blutleer oder mit Blut überfüllt ist, ebenso sieht man, ob er

Luft enthält und wieviel. Man setzt nun die Untersuchung fort, indem man das Object, wie vorher angegeben wurde, mit Wasser behandelt und von aller Luft und allem Blute befreit. Sieht man die Faserbündel sehr deutlich, sind die Oeffnungen ihrer Maschen vollkommen frei, mit Nichts ausgefüllt, erscheint überhaupt das Lungengewebe vollkommen normal, fand man aber bei der ersten Untersuchung wenig oder keine Luft und wenig Blut, so kann man auf eine seröse Infiltration schliessen. Erscheinen die Faserbündel nicht deutlich, sind sie namentlich am Rande des Objects nicht frei und sind die Zwischenräume der Maschen vollkommen ausgefüllt, ist überhaupt das ganze Stückchen der Lunge in eine homogene Masse verwandelt und die eigentliche Structur der Lunge nicht deutlich, auch nach wiederholtem Auswaschen, so ist ein Exsudat von Faserstoff zugegen (rothe Hepatisation). Als weiteres Kriterium für den Anfänger, der seiner Sache ganz sicher sein will, kann noch die Behandlung mit Essigsäure dienen. Wird ein hepatisirtes Stückchen Lunge mit Essigsäure behandelt, so dass man diese länger einwirken läst oder öfters zusetzt, so wird das Exsudat durchsichtiger, verschwindet allmählich: es erscheinen die unveränderten Faserbündel und die offenen Zwischenräume zwischen ihren Maschen werden mehr oder weniger deutlich.

Bisweilen erscheinen übrigens im normalen oder auch im hepatisirten Lungengewebe rundliche oder ovale Massen von $\frac{1}{300}$ — $\frac{1}{100}$''' Dchm., von dunkelbrauner Farbe, aus kleineren bräunlichen Körnchen bestehend. Dieselben Massen schwimmen dann auch in der die Lungensubstanz umgebenden Flüssigkeit. In manchen Fällen sind diese Massen mehr oder weniger in die erwähnten kleinen braunen Körnchen aufgelöst, zerfallen. Diese Massen (Exsudatkugeln, Körnchenzellen) charakterisiren eine eigene Stufe des Entzündungsprocesses, der fortschreitenden Entwickelung des Exsudats. Diese Körnchenzellen können bei einiger Uebung mit nichts Anderem verwechselt werden.

In anderen Fällen erscheint das Lungengewebe mit Eiterkörperchen angefüllt (graue Hepatisation), die dann auch in grosser Anzahl in der umgebenden Flüssigkeit schwimmen. Man erkennt sie an ihrer früher beschriebenen Form und daran, dass durch Behandlung mit Essigsäure ihre Hüllen durchsichtig werden und ihre Kerne (einer, gewöhnlich zwei, auch drei) zum Vorschein kommen. Anfänger müssen sich hüten, die durch Essigsäure veränderten Eiterkörperchen nicht mit den durch dasselbe Reagens veränderten Epithelialzellen der Lunge zu verwechseln.

Bei Gangrän der Lunge sieht man in den brandigen Stellen rostfarbige Massen geronnenen und zersetzten Blutes; das Lungengewebe selbst ist zerstört und in eine feinkörnige Masse verwandelt. Von den Faserbündeln sieht man nur hie und da noch Spuren. Bei *Gangraena circumscripta* erscheint an den Rändern des brandigen Gewebes in dem Maasse, als es in das gesunde übergeht, die normale Structur der Lungen wieder deutlicher.

Die Untersuchung tuberculöser Lungen siehe bei den Tuberkeln.

Man kann durch die mikroskopische Untersuchung noch die geringste, dem blossen Auge gänzlich unsichtbare Spur von Faserstoffexsudat, Eiter, Körnchenzellen u. s. w. in den Lungen erkennen; doch gehört dazu eine gewisse Uebung, und Anfänger namentlich müssen sich hüten, allzu voreilig aus der mikroskopischen Untersuchung auf pathologische Zustände der Lungen zu schliessen.

Die mikrochemische Untersuchung des Lungengewebes, um das Verhalten seiner einzelnen Bestandtheile gegen Reagentien zu prüfen, wird auf die gewöhnliche Weise vorgenommen; rein chemische Untersuchungen der Lunge geben selten befriedigende Resultate und können noch seltener zur Aufhellung pathologischer Zustände dienen.

Untersuchung der Leber.

Um eine klare Einsicht in den Bau der Leber zu bekommen, ist es gut einen andern Weg einzuschlagen, als den für Untersuchungen des Lungengewebes angegebenen. Wir möchten bei Untersuchungen der Leber gerade zum entgegengesetzten Verfahren rathen, nämlich mit der Betrachtung der Elementartheile zu beginnen, und dann allmählich zur Betrachtung der zusammengesetzten Theile fortzuschreiten.

Man mache zu diesem Behufe einen frischen Durchschnitt der Leber, schabe mit einem Messer von diesem etwas ab, bringe das Abgeschabte auf den Objectträger, setze einige Tropfen Wasser zu, rühre mit einem Glasstäbchen oder Messer die Masse durcheinander, um die beigemengten Blutkörperchen aufzulösen oder wenigstens grösstentheils verschwinden zu machen und decke ein Glasplättchen darüber.

Beobachtet man bei 200maliger Vergrösserung, so sieht man sehr viele blasse rundliche Körper von $\frac{1}{80}$ — $\frac{1}{100}$''' Drchm., von denen die meisten einen deutlichen Kern mit Kernkörperchen zeigen; die meisten sind mit Oeltröpfchen besetzt, von denen auch ausserdem gewöhnlich eine grosse Anzahl frei in der Flüssigkeit herumschwimmt. — Dies sind die Zellen der Lebersubstanz; wir wollen sie Leberzellen nennen. — Ausser ihnen sieht man bisweilen, doch nur selten, noch Cylinderepithelium mit Kernen, wie wir es bereits früher beschrieben haben, theils in Massen verbunden, theils einzeln. — Dies ist Epithelium aus den grösseren Gallengängen. — Gewöhnlich sieht man auch ganze Stückchen Lebersubstanz: man überzeugt sich, dass diese aus einer Anhäufung von Leberzellen ohne alles sichtbare Bindemittel bestehen. Alle mit dem Messer abgeschabten Theile bestehen blos aus solchen Aggregaten von Lebersubstanz.

Man mache nun mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte der Lebersubstanz, bringe sie auf den Objectträger, bedecke sie mit einem Glasplättchen ohne Wasser zuzusetzen und untersuche bei etwa 200maliger Vergrösserung.

Man sieht.

1. Capillargefässe, noch mit Blut erfüllt;

2. Parthien, die offenbar blos aus Aggregaten von Leberzellen ohne sichtbares Bindemittel bestehen;

3. stellenweise: *a.* mehr derbe, körnig-amorphe Parthien, die man für Schleimhaut grösserer Gallengänge — *b.* mehrfaserige Parthien, aus Zellgewebsfasern zusammengewebt, die man als Häute grösserer Blutgefässe ansprechen möchte;

4. hier und da Parthien von Fett.

Sehr viele, in allen Richtungen geführte Durchschnitte der Lebersubstanz zeigen weiter Nichts als die genannten Elemente.

Um nun die Anordnung der genannten Bestandtheile der Leber im Grossen zu sehen, mache man mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte der Lebersubstanz, die man auf dem Objectträger sorgfältig ausbreitet, ohne Wasser zuzusetzen mit einem Glasplättchen bedeckt, und bei einer Vergrösserung von 50—80 Mal Durchmesser untersucht. Man darf hierbei die Geduld nicht verlieren, denn oft muss man 20, ja 30 Durchschnitte machen, bis einer von ihnen das Gewünschte zeigt. Ist der Durchschnitt gut gelungen, so dass er die Leberläppchen gerade senkrecht auf ihre Achse schneidet (wie dies anzufangen, darüber lassen sich keine Regeln geben), so sieht man Folgendes:

a. deutlich abgegränzte Massen von rundlicher, ovaler, unregelmässig vier- oder sechseckiger Form, die 1—2''' im Durchmesser haben; sie werden hier und da von kleinen Blutgefässen durchzogen. Man sieht sie schon mit unbewaffnetem Auge, wenn man den Objectträger mit dem feinen Durchschnitte gegen das Licht hält. Dies sind die Durchschnitte der einzelnen Leberläppchen.

b. Zwischen diesen Parthien sieht man freie mit Fetttröpfchen erfüllte Zwischenräume, welche namentlich an den Stellen, wo mehrere Leberläppchen zusammenstossen, deutlicher hervortreten und die einzelnen Leberläppchen von einander trennen.

Endlich sieht man

c. in der Mitte eines jeden Leberläppchens eine freie, fettreiche Stelle, welche gewöhnlich eine Oeffnung bildet.

Untersucht man Lebern, deren Gefässe und Gallengänge man künstlich injicirt hat, so sieht man nach Kiernan, dass die Gallengänge in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen (*b*), die Venen der Leber aber in den freien Centren der Leberläppchen (*c*) verlaufen.

Analysirt man diese feinen Durchschnitte noch weiter bei 200 maliger Vergrösserung, nachdem man sie vorher durch Maceriren in Wasser, starkes Aufdrücken des Bedeckungsplättchens etc. durchsichtiger gemacht hat, so sieht man

1. dass die Substanz der einzelnen Leberläppchen (*a*) aus Aggregaten von Leberzellen besteht, welche ohne sichtbares Bindemittel neben einander liegen;

2. rings um den Mittelpunct, die Centralöffnung der Leberläppchen sind die Leberzellen dunkler gefärbt als an anderen Stellen; auch finden sich hier einzelne Fetttröpfchen;

3. in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen sieht man Fett abgelagert;

4. in der Mitte der Leberläppchen, namentlich aber in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen derselben sieht man Parthien von Sehnenfasern, die man an ihrem gleichen Durchmesser, an der Art, wie sie mit einander verwebt sind, für Häute von Gefässen erkennt. Eigentliches Zellgewebe erscheint nirgends deutlich.

Hat man sich auf diesem Wege eine genaue Kenntniss von dem mikroskopischen Ansehen normaler Lebern erworben, so mag man zur Untersuchung pathologisch veränderter übergehen. Man verfährt dabei auf ganz ähnliche Weise.

Die die Lebersubstanz selbst betreffenden krankhaften Veränderungen der Leber lassen sich auf einige wenige mit dem Mikroskop sehr deutlich und auf den ersten Blick wahrnehmbare Structurveränderungen zurückführen. Dies sind folgende:

1. Die Fettablagerung, welche sich bei normalen Lebern auf eine geringe Quantität Fett in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Leberläppchen beschränkt, ist mehr oder weniger vermehrt.

2. Die farblosen nur mit Fettkörnchen besetzten Zellen der normalen Leber sind in kleinerer oder grösserer Ausdehnung mit intensiv gelben oder safranfarbigen Körnchen erfüllt Diese Veränderung erscheint bisweilen mit der vorigen combinirt.

3. Zwischen den Leberzellen sind unregelmässige Massen eines braunen Pigmentes abgelagert. Auch diese Veränderung kann sich mit den vorigen combiniren.

4. Zwischen den Zellen sind Massen kleiner intensiv schwarzer Körnchen (schwarzes Pigment) abgelagert. Die unter 3 und 4 erwähnten Veränderungen sind selten: die letzte findet sich vorzugsweise an der Oberfläche der Leber.

Die chemische Untersuchung der Leber wird nach den gewöhnlichen Regeln angestellt: sie liefert hauptsächlich nur bei der fettigen Degeneration derselben interessante Resultate, muss aber dann quantitativ sein.

Untersuchung der Milz.

Man verfährt hier am besten auf ähnliche Weise, wie wir es bei Untersuchung der Leber angegeben haben, indem man zuerst die Elementartheile kennen zu lernen sucht.

Man schabe von einem frischen Durchschnitt einer normalen Milz mit dem Messer etwas ab, bringe das Abgeschabte auf den Objectträger und bedecke es mit einem Glasplättchen. Untersucht man nun bei etwa 200 maliger Vergrösserung, so sieht man undeutliche, verworrene Massen und sehr viele **Blutkörperchen**. Man setze nun Wasser zu, um die Blutkörperchen wegzuwaschen und untersuche wieder.

Nun entdeckt man sehr viele kleine ovale oder rundliche Körperchen, $\frac{1}{300}'''$ lang, $\frac{1}{400}$—$\frac{1}{500}'''$ breit: sie sind napfförmig ausgehöhlt; die meisten von ihnen enthalten einen kleinen Kern. Wenige dieser Körperchen schwimmen isolirt in der Flüssigkeit,

die meisten sind an dünne oder dickere Fäden angeheftet, welche zwischen $\frac{1}{30}$ und $\frac{1}{25}'''$ lang sind. Andere der beschriebenen Körperchen sind nicht an Fäden befestigt, sondern in rundliche durchsichtige Zellen eingeschlossen. Es finden sich alle Uebergangsstufen zwischen den rundlichen Zellen und den langgestreckten Fäden. Wir wollen die erwähnten Körperchen mit ihren Kernkörperchen und den Fäden, an denen sie ansitzen, oder den Zellen, die sie einschliessen, Milzkörperchen nennen.

Man prüfe nun unter dem Mikroskop auf die schon mehrmals beschriebene Weise das Verhalten dieser Milzkörperchen gegen Reagentien. Man findet, dass sie durch Wasser nicht verändert werden. Durch Essigsäure werden die Fäden und Hüllen der Milzkörperchen sehr durchsichtig, ja verschwinden fast ganz, ihre Kerne dagegen werden nicht afficirt und treten viel deutlicher hervor.

Durch Ammoniak verschwinden sowohl die Wände und Fäden der Milzkörperchen, als auch, wenigstens nach längerer Einwirkung, ihre Kerne.

An kleinen abgerissenen Stückchen der Milzsubstanz sieht man, dass diese Milzkörperchen in einander verwebt und ohne sichtbares Bindemittel zu grösseren Massen verbunden sind.

Macht man mit dem Doppelmesser einen feinen Durchschnitt der Milzsubstanz, so zeigt dieser blos Aggregate von Milzkörperchen und Blut.

Wird ein grösseres, etwa linsengrosses Stückchen der Milz mit der Scheere abgeschnitten, mit Wasser ausgewaschen, dann mit einem Bedeckungsplättchen zerdrückt, so zeigt dieses ausser Milzkörperchen auch noch kleine Parthien von Fett und Parthien von Sehnenfasern. Behandelt man dieses so präparirte Stückchen noch mit Ammoniak, um die Milzkörperchen wegzuschaffen oder wenigstens durchsichtig zu machen, so entdeckt man viele Parthien von parallel laufenden Fasern, die sich durchkreuzen, baumartig verzweigen, mit einander anastomosiren; man erkennt sie sogleich für die Häute von Gefässen,

welche das aus Milzkörperchen bestehende Parenchym der Milz durchziehen.

Von pathologischen Veränderungen der Milz habe ich nur mikroskopisch untersucht:

1. Erweichung, die man schon an den physikalischen Eigenschaften erkennt: die mikroskopische Untersuchung zeigt hier dieselben Elemente, wie bei der normalen Milz, nur sind die Milzkörperchen mehr vereinzelt, nicht so innig zu grösseren Massen vereinigt, als bei jener.

2. Verhärtung durch Faserstoffexsudat. Die Milzkörperchen sind in eine dichte Masse von geronnenem Faserstoff eingebettet, welche durch Behandlung mit Essigsäure durchsichtig wird und die Kerne der Milzkörperchen erkennen lässt.

Untersuchung der Nieren.

Die mikroskopische Untersuchung der Nieren gehört zu den schwierigeren Aufgaben. Will man eine deutliche Einsicht in die Structur dieses Organes erhalten, so wähle man möglichst frische Nieren und untersuche sie, ohne vorher auszuwässern.

Bringt man ein kleines Stückchen der Corticalsubstanz, das man mit einem scharfen Messer oder einer Scheere abgeschnitten hat, auf den Objectträger und untersucht es, ohne Wasser zuzusetzen, bei einer etwa 100maligen Vergrösserung, so sieht man im günstigen Falle, d. h. wenn die Capillargefässe der Nieren noch ganz oder grösstentheils mit Blut angefüllt sind, sehr viele Blutgefässe. Stellenweise erscheinen viele Capillargefässe maschenartig oder schlingenartig vereinigt, so dass sie eine Art Quaste oder Krone von rundlichem Umfange bilden — dies sind die Malpighi'schen Körperchen der Nieren. Wäscht man nun das Stückchen Niere mit Wasser aus und setzt etwas Essigsäure zu, so findet man, wenn man nachher untersucht, dass die Blutgefässe verschwunden oder vielmehr unsichtbar geworden sind, weil das in ihnen enthaltene Blut, welches sie allein sichtbar machte, ausgewaschen ist. Die Malpighi'schen Körperchen sieht man aber noch immer als rundliche, traubige,

knollige Parthien, welche nach Behandlung mit Essigsäure eine Menge kleiner, $\frac{1}{400}$—$\frac{1}{600}$''' grosser dunklerer Körperchen in eine hellere, ganz durchsichtige Grundlage eingebettet zeigen. Man überzeugt sich auf diese Weise, dass die Malpighi'schen Körperchen nicht blos aus Verzweigungen von Blutgefässen bestehen. Schabt man von einem frischen Durchschnitte der Corticalsubstanz mit einem Messer etwas ab und bringt das Abgeschabte auf den Objectträger, indem man es mit etwas Wasser verdünnt, so erscheinen gleichfalls viele abgerissene Malpighi'sche Körperchen, deren Blutgefässe dann aber gewöhnlich nicht sichtbar sind.

Hat man sich nun Form und Aussehen der Malpighi'schen Körperchen eingeprägt, so mag man zur Untersuchung der Harncanäle übergehen. Am besten verfährt man dabei auf folgende Weise: Man mache mit dem Doppelmesser einen feinen Durchschnitt durch die Corticalsubstanz senkrecht auf den Umfang der Niere, wasche ihn mit Wasser aus, bringe ihn auf den Objectträger, zerre ihn mit feinen Nadeln auseinander, indem man versucht, ihn etwas aufzufasern. Man bedecke ihn mit einem Glasplättchen und untersuche bei circa 200maliger Vergrösserung. Man sieht nun die schon bekannten Malpighi'schen Körperchen und ausserdem noch deutliche bandartige Massen, $\frac{1}{30}$—$\frac{1}{60}$''' breit, welche gewöhnlich gerade, bisweilen etwas geschlängelt verlaufen. Man sieht in ihnen ein sehr deutliches Epithelium, d. h. Zellen mit Kernen, welche besonders an den beiden Rändern der bandartigen Streifen gewöhnlich sehr deutlich hervortreten. — Dies sind die Harncanäle. Am deutlichsten erkennt man ihre Structur an den einzelnen Stücken derselben, welche gewöhnlich in der das Präparat umgebenden Flüssigkeit schwimmen. Sie bestehen aus einer vollkommen durchsichtigen amorphen Hülle (Membran), welche auf ihrer inneren Fläche mit kernhaltigen Epithelialzellen überzogen, ausgekleidet ist. Man überzeugt sich davon auf das Bestimmteste, wenn man das Präparat öfters mit Wasser auswäscht und durch Schaben mit dem Messer, durch Reiben mit dem bedeckenden Glasplättchen auf dem

Objectträger das Object soviel als möglich zu zerkleinern sucht. Man sieht dann gewöhnlich einzelne Harncanäle, von denen das Epithelium ganz oder theilweise abgestreift ist und die nur aus einer vollkommen durchsichtigen, farblosen Membran bestehen. In der umgebenden Flüssigkeit erscheinen dann immer sehr viele abgestossene Epithelialzellen.

Hat man auf diese Weise die einzelnen Bestandtheile der Nieren kennen gelernt, so bleibt nur noch übrig, dass man die Anordnung und Lagerung derselben beobachte. Man mache zu diesem Zwecke mit dem Doppelmesser feine Durchschnitte durch die von ihrer fibrösen Kapsel befreite Niere. Die Durchschnitte müssen senkrecht auf den Umfang der Niere, d. h. parallel mit dem Verlauf der Harncanäle geführt werden. Am äussersten Umfang der Niere entdeckt man bei etwa 100maliger Vergrösserung eine Schicht von Sehnenfasern, welche parallel mit der Oberfläche der Nieren verlaufen. Unmittelbar darunter sieht man die blinden Enden der Harncanäle, welche bisweilen etwas kolbig anschwellen, zwischen ihnen Malpighi'sche Körperchen; das Gefässnetz auf den Malpighi'schen Körperchen und die grösseren mit den Harncanälen parallel laufenden Blutgefässe erscheinen bisweilen, doch nicht immer, an frischen Nieren auch ohne künstliche Injection sehr deutlich. Die Harncanäle verlaufen alle parallel nach den Nierenpapillen zu: man sieht, wie von Zeit zu Zeit zwei oder mehrere derselben anastomosiren und sich zu einem Canal vereinigen. Ausser Malpighi'schen Körperchen, Harncanälen und Blutgefässen lässt sich in der Corticalsubstanz der Niere Nichts wahrnehmen.

Untersucht man nun die Medullarsubstanz auf ähnliche Weise, so entdeckt man gleichfalls Harncanäle, die ganz dieselbe Beschaffenheit zeigen, wie die der Rindensubstanz, aber meist einen grösseren Durchmesser haben, als dort. Man sieht aber hier keine Malpighi'schen Körperchen mehr: ausser den Harncanälen entdeckt man hier nur noch Blutgefässe, die aber ohne künstliche Injection sehr selten deutlich wahrgenommen werden können.

Kennt man einmal die normale Beschaffenheit der Nieren, so kann man bei einiger Uebung auch ihre pathologischen Veränderungen durch die mikroskopische Untersuchung ziemlich leicht entdecken. Man sieht, wie bei Anaemie der Corticalsubstanz die Malpighi'schen Körperchen, respective ihre Blutgefässe, vollkommen blutleer erscheinen, wie nach Haematurie in den Harncanälen stellenweise kleine Blutcoagula abgelagert sind, die man an ihrer gelbröthlichen Farbe erkennt: wie nach Entzündung der Nieren zwischen die Harncanäle Faserstoff abgelagert ist, u. s. w.

Untersuchung pathologischer Objecte.

Man verfährt bei diesen im Ganzen ebenso, wie es für die vorhergehenden Gegenstände angegeben wurde. Die Hauptschwierigkeit liegt hier gewöhnlich darin, sich eine klare Einsicht in den Entwickelungsprocess des pathologischen Objectes zu verschaffen, ohne welche Einsicht häufig die Structur und Zusammensetzung räthselhaft bleibt. Man muss zu diesem Zwecke mehrere Objecte derselben Art, aber auf verschiedenen Entwickelungsstufen untersuchen.

Die Untersuchung solcher Gegenstände kann eine blos mikroskopische, eine mikroskopisch-chemische und eine rein chemische sein: am besten werden beide Untersuchungsmethoden vereinigt. Wir begnügen uns hier ein Paar Beispiele zu geben.

Die Untersuchung der Tuberkeln

wählen wir als Beispiel, um daran die mikroskopische Untersuchung solcher Gebilde zu lernen, da Tuberkeln sehr häufig vorkommen, ihr Bau nicht besonders zusammengesetzt ist, und doch die bei ihnen stattfindende Mannigfaltigkeit der Zellenformen, wiewohl ihr Typus und ihre Bedeutung immer dieselbe bleibt, den Anfänger leicht irreführen kann.

Es ist gleichgültig, welche Tuberkeln oder von welchem Organe man zur Untersuchung wählt: alle zeigen dieselbe mi-

kroskopische Beschaffenheit. Wir wählen hier die der Lungen, da sie am leichtesten zu haben sind und also Jeder die Untersuchung leicht wiederholen kann. Man nehme zur ersten Untersuchung rohe, noch nicht zerflossene Tuberkel, mache mit einem scharfen Messer einen Durchschnitt durch einen etwas grösseren derselben, schabe von der frischen Durchschnittsfläche mit einem reinen Messer etwas ab, bringe das Abgeschabte auf den Objectträger, zertheile es in einem Tropfen Wasser so gut als möglich und decke ein Glasplättchen darüber. Untersucht man bei etwa 200 maliger Vergrösserung, so entdeckt man, wenn die abgeschabte Masse durch Zusatz von Wasser gehörig zertheilt worden ist, sehr viele Zellen, von denen die meisten mehr oder weniger deutliche Kerne enthalten. (Was wir unter Zellen verstehen, ist wohl dem Leser aus dem Vorhergehenden hinreichend klar.) Diese Zellen zeigen nun in verschiedenen Fällen von Tuberculosis, ja häufig an einer und derselben Stelle desselben Tuberkels sehr grosse Verschiedenheiten. Bisweilen sind sie klein, nur $\frac{1}{200}$—$\frac{1}{400}'''$ gross, meist rundlich und haben sehr blasse Wände; ihre Kerne sind verhältnissmässig gross, haben $\frac{1}{300}$—$\frac{1}{500}'''$ Durchmesser, sind meist rundlich, ziemlich dunkel, mit oder ohne Kernkörperchen und füllen fast die ganze Zelle aus, welche ausser dem Kern weiter keine körperlichen Theile enthält. In anderen Fällen sind die Zellen grösser, $\frac{1}{80}$—$\frac{1}{200}'''$ gross, bald rundlich, bald oval, bald von unregelmässiger Form, in die Länge gezogen, geschwänzt: ihre Kerne sind verhältnissmässig zur Grösse der Zellen kleiner, nehmen nur den dritten oder vierten Theil des Umfanges der Zelle ein. Oft enthalten diese Zellen ausser den Kernen noch kleine Fettkörnchen in grösserer oder geringerer Anzahl: sie werden, wenn diese Körnchen sehr zahlreich sind, den Körnchenzellen (Exsudatkugeln), von denen früher die Rede war, vollkommen ähnlich. In anderen Fällen enthalten die Zellen Körnchen von schwarzem Pigment, welche sich durch ihre intensiv schwarze Farbe und ihre Unlöslichkeit in Aether von den Fettkörnchen der erwähnten Körnchenzellen unterscheiden.

Von allen diesen genannten Zellen gilt das allgemeine Gesetz, dass durch Einwirkung von Essigsäure ihre Wände heller und durchsichtiger werden, ja zuletzt fast ganz verschwinden, während ihre Kerne unverändert bleiben, durch Behandlung mit Ammoniak dagegen nicht nur ihre Wände, sondern auch ihre Kerne allmählich verschwinden.

Man sieht nun im Gesichtsfelde des Mikroskopes gewöhnlich eine ausserordentlich grosse Menge der beschriebenen Zellen, die bald nur einer, bald mehreren, bald allen der erwähnten verschiedenen Arten angehören: sie erscheinen bald vereinzelt, bald in kleineren oder grösseren Parthien vereinigt, ohne dass man irgend eine Zwischensubstanz, ein Bindemittel entdecken könnte. Bisweilen sind sie allein vorhanden, bisweilen entdeckt man ausser ihnen noch Fetttröpfchen. Bisweilen erscheinen dazwischen, namentlich wenn die Substanz mehr aus den Rändern des Tuberkels genommen wurde, sehr viele wahre Körnchenzellen.

Hat man sich auf diese Weise mit den Elementen der Tuberkeln bekannt gemacht, so gehe man zur Untersuchung ihrer Structur, der Anordnung der beschriebenen Elemente, ihrer Verbindung zum Ganzen über.

Man schneide mit einer feinen Scheere, oder besser noch mit dem Doppelmesser ein dünnes Stückchen von der Tuberkelsubstanz ab, bringe es auf den Objectträger, bedecke es mit einem Glasplättchen, ohne Wasser zuzusetzen und untersuche wieder. Man sieht nun in der eigentlichen Tuberkelsubstanz durchaus keine Blutgefässe und überzeugt sich durch wiederholte Untersuchungen solcher frischer Durchschnitte, dass die Tuberkelsubstanz nicht nur selbst keine Blutgefässe enthält, sondern dass auch durch ihre Ablagerung ins Lungengewebe die ursprünglichen Blutgefässe der Lungen comprimirt und undurchgängig geworden sind. Man entdeckt dagegen die schlingenartig verlaufenden, Maschen bildenden Faserbündel der Lungensubstanz noch ganz unverändert zwischen der Tuberkelmasse; sollten sie, von der Tuberkelmasse verdeckt, nicht so-

gleich deutlich erscheinen, so werden sie es nach dem Zusatze von Ammoniak, welches die Tuberkelsubstanz durchsichtig macht. Analysirt man durch Auswaschen mit Wasser, Zerreiben, Zerreissen mit Nadeln u. s. f. die Tuberkelsubstanz genauer, indem man einen solchen feinen Durchschnitt in seine morphologischen Elemente aufzulösen sucht, so überzeugt man sich, dass sie blos aus einem Aggregat der erwähnten Tuberkelzellen ohne alles sichtbare Bindemittel besteht. Man überzeugt sich ferner durch fortgesetzte Untersuchungen der Art, dass die Tuberkelmasse zwischen die unveränderte Lungensubstanz abgelagert ist, wobei indess die Blutgefässe sowohl als die feinsten Bronchialäste und ihre Endigungen allmählich comprimirt und unwegsam werden. Untersucht man die Umgebungen der Tuberkel auf die beschriebene Weise mikroskopisch, so findet man, dass das mit Tuberkelsubstanz infiltrirte Lungengewebe ganz allmählich in das gesunde Gewebe übergeht; man entdeckt in ersterem nie eine die Tuberkeln einschliessende Membran u. dgl. Das umgebende Lungengewebe erscheint bisweilen ganz normal, bisweilen mit Körnchenzellen erfüllt — eine Folge der durch den Druck der Tuberkelmasse in den umgebenden Theilen bewirkten Entzündung.

Es bleibt nun noch übrig, dass man die Entstehung und allmähliche Ausbildung der Tuberkeln kennen lerne. Dies lässt sich sehr selten an einem und demselben Individuum beobachten, gewöhnlich ist dazu eine Reihe von Untersuchungen an verschiedenen Individuen nothwendig, deren Tuberkeln sich in verschiedenen Entwickelungstadien befinden.

Das erste Stadium der Tuberkeln, ihre Anfänge zu beobachten, gelingt sehr selten: man sieht dann, wenn man sie auf die beschriebene Weise mikroskopisch untersucht, eine amorphe Masse in das Lungengewebe abgelagert, welche durch Essigsäure und ebenso durch Ammoniak allmählich verschwindet, also wahrscheinlich eine Proteinverbindung. Gewöhnlich findet man in ihr schon Rudimente von Gallenbildung. Im weiteren Verlaufe der Entwickelung geht diese Masse (Blastem) allmäh-

lich ganz und gar in Tuberkelzellen über: diese Stufe der Entwickelung, die erfolgte Zellenbildung, ist diejenige, welche man an noch nicht zerflossenen Tuberkeln fast immer beobachtet.

Leichter gelingt es, das letzte Stadium der Entwickelung von Tuberkeln zu beobachten; da zerflossene Tuberkeln sehr häufig vorkommen. Wir können uns bei Beschreibung der hier anzuwendenden Untersuchungsmethode kurz fassen, indem wir den Leser auf dasjenige verweisen, was früher über die Untersuchung von Auswurf bei Tuberculosis gesagt wurde.

Bringt man etwas von der in einer noch ungeplatzten Vomica enthaltenen breiartigen Masse auf den Objectträger, indem man es mit Wasser verdünnt, so sieht man eine unbestimmte, farblose Masse, in der man Reste zerstörter Tuberkelzellen, Körnchen aufgelöster Körnchenzellen und Parthien macerirter Faserbündel des Lungengewebes entdeckt. Man überzeugt sich durch öfter wiederholte Untersuchungen, dass bei weiterfortschreitender Entwickelung die Tuberkelzellen allmählich zerfliessen und zugleich der Theil des Lungengewebes, in den sie infiltrirt waren, abstirbt und sich parthienweise von dem gesunden Gewebe ablöst. In den Umgebungen zerflossener Tuberkeln entdeckt man gewöhnlich Körnchenzellen und Eiterkörperchen.

Untersuchung von Balggeschwülsten.

Die folgende Untersuchung einer Balggeschwulst soll als Beispiel einer vollständigen mikroskopischen sowohl als quantitativ chemischen Untersuchung einer organisirten Substanz dienen.

Die Balggeschwulst hatte sich vor dem rechten Ohre einer etwa 30jährigen Frau gebildet und war von der Grösse eines Taubeneies. Sogleich nach ihrer Exstirpation wurde sie untersucht.

Die ganze Geschwulst war von einem glatten Balg umgeben, der die Dicke des Schreibpapieres hatte. Von diesem wurde mit einer scharfen Scheere ein kleines Stückchen abgeschnitten, auf den Objectträger gelegt, ohne Wasserzusatz mit

einem Glasplättchen bedeckt und bei 200maliger Vergrösserung untersucht. Das ganze Stückchen zeigte viele, noch mit Blut erfüllte, mit einander anastomosirende Capillargefässe. Mehrere Stückchen von verschiedenen Stellen des Balges zeigten dasselbe: der ganze Balg enthielt also sehr viele deutliche Blutgefässe.

Ein Stückchen des Balges wurde nun mit Wasser ausgewaschen, mit feinen Nadeln so viel als möglich zerfasert und bei derselben Vergrösserung untersucht. Es erschienen sehr viele geschlängelte Zellgewebsfasern, welche, zu Bündeln vereinigt, sich in allen Richtungen durchkreuzten. Untersuchungen anderer Stellen des Balges, auf dieselbe Weise angestellt, zeigten dasselbe: der Balg bestand also aus einer fibrösen Haut, war aus Fasern zusammengewebt, welche denen des Zellgewebes und der Sehnen ganz analog sind.

Ein grösseres Stück der Balgmembran wurde freipräparirt, ihre innere Fläche, nachdem sie vorher mit Wasser abgewaschen war, mit einem Messer abgeschabt, das Abgeschabte auf den Objectträger gebracht, mit Wasser versetzt, bedeckt und bei 200maliger Vergrösserung untersucht. Man sah deutliche, $\frac{1}{100}'''$ grosse Zellen, die meisten mit Kernen: sie waren zu grösseren Parthien membranartig aneinandergereiht. Durch Zusatz von Essigsäure wurden ihre Kerne besonders deutlich, indem die Zellenwände durchsichtiger wurden. Wiederholte Untersuchungen der Art, mit verschiedenen Stellen der inneren Fläche der Balgmembran angestellt, liessen keinen Zweifel, dass die ganze Balgmembran an ihrer inneren Fläche, wie die serösen Häute überhaupt, mit einem zelligen Epithelium ausgekleidet war.

Nun wurde zur Untersuchung des Inhaltes geschritten. Dieser bildete eine weissliche, grumöse Masse, welche sich leicht zerdrücken liess, und aus einzelnen Stückchen bestand, die weder unter sich, noch mit der Balgmembran den geringsten Zusammenhang hatten.

Der Inhalt wurde bei 200maliger Vergrösserung mikroskopisch untersucht, indem ein Stückchen desselben auf den Objectträger gebracht und durch ein aufgelegtes Glasplättchen zerdrückt und gleichmässig ausgebreitet wurde. Man entdeckte

a. farblose, ovale, kernlose Zellen, etwa $\frac{1}{80}-\frac{1}{100}'''$ lang und $\frac{1}{100}-\frac{1}{150}'''$ breit, welche bei weitem den Hauptbestandtheil der Masse bildeten;

b. blätterige, etwas verschobene Krystalle von Cholestearin (wie die auf T. III. Fig. 3. abgebildeten) in ziemlicher Menge;

c. amorphe Körner von verschiedener Grösse und Form, alle ganz durchsichtig und farblos.

Durch Zusatz von Essigsäure wurde in der Masse nichts verändert.

Durch Weingeist wurden die Zellen etwas corrugirt und einige von ihnen dunkler (vielleicht durch Gerinnung von Eiweiss, dessen Menge aber nur höchst gering sein konnte, da auch unter dem Mikroskop kein eigentlicher Niederschlag beim Zusatz von Alkohol erfolgte). Die Cholestearinkrystalle und die Körnchen wurden nicht verändert.

Durch zugesetzte Salpetersäure wurden die Zellen gleichfalls etwas corrugirt, es erfolgte aber keine Trübung, kein Niederschlag (also konnte höchstens eine Spur von flüssigem Eiweiss zugegen sein). Die Cholestearinkrystalle und die Körnchen wurden nicht verändert.

Ausser den beschriebenen Elementen konnte man auch bei wiederholten Untersuchungen verschiedener Stückchen aus verschiedenen Theilen des Inhaltes nichts wahrnehmen. Es geht aber aus dieser mikroskopischen Untersuchung hervor

1. dass der Inhalt der Geschwulst organisirt ist, aus kernlosen Zellen besteht, welche aber nur lose nebeneinander liegen, und weder unter sich, noch mit den Wänden der Geschwulst, der Balgmembran, zusammenhängen;

2. dass zwischen diese Zellen Krystalle von Cholestearin und körnige Massen, deren Natur sich durch die mikroskopische Untersuchung allein nicht näher bestimmen lässt, abgelagert sind;

3. dass die Geschwulst in ihrem Inneren weder Blutgefässe enthält, noch, wie die meisten thierischen Gewebe, von einer eiweisshaltigen Flüssigkeit getränkt ist. Sie enthält höchstens eine Spur von flüssigem Eiweiss.

Der Inhalt der Geschwulst wurde nun einer quantitativen chemischen Analyse unterworfen. Da kein Eiweiss zugegen war, dessen Gerinnung ein Ausziehen der frischen Geschwulst mit Wasser nöthig gemacht haben würde, um das beim Trocknen stattfindende Gerinnen desselben zu verhindern, wurde der grösste Theil des sorgfältig ausgeschälten Inhaltes der Geschwulst im Wasserbade getrocknet. Diese Operation wurde in einem Uhrglase vorgenommen. Das Uhrglas mit der frischen Substanz wog 9,62 Grs.
das leere Uhrglas wog 7,57 -
die frische Substanz wog also 2,05 Grs.

Nach dem vollständigen Trocknen wog die Substanz mit dem Uhrglas 8,08 Grs.
das leere Uhrglas 7,57 -
die trockene Substanz also 0,51 Grs.
Es waren also während des Trocknens 1,54 Grs. von dem Gewichte der Substanz verschwunden: dieser Verlust bestand grösstentheils aus Wasser. Doch entwickelte die Substanz während des Trocknens einen deutlichen Geruch nach Buttersäure, es ging also dabei auch etwas Buttersäure verloren. Da aber die frische Substanz nicht im mindesten nach Buttersäure roch, so musste sich diese Säure erst während des Erhitzens durch Oxydation von Butterfett gebildet haben, es konnte also während des Abdampfens nur eine sehr geringe Menge sich verflüchtigt haben. Um ganz sicher darüber zu sein, wie viel Buttersäure während des Trocknens verloren geht, müsste man eine Quantität Substanz in einer Retorte trocknen, die abdünstende Flüssigkeit in einer Vorlage auffangen und in dieser Flüssigkeit die Buttersäure durch Sättigen mit Kalk oder Baryt bestimmen (s. Bestimmung der Buttersäure). Die geringe Quantität der

mir zu Gebote stehenden Substanz erlaubte es jedoch nicht, diesen Gegenversuch zu machen.

Berechnet man der leichteren Uebersicht wegen die oben gefundenen Zahlen auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportionen:

1. für den Gehalt an festen Bestandtheilen:

$$205 : 51 = 1000 : x \ (= 249).$$

2. für den Wassergehalt:

$$205 : 154 = 1000 : x \ (= 751).$$

Darauf wurde eine Portion der getrockneten Substanz in einem dünnen Porcellanschälchen verbrannt, um ihren Gehalt an feuerbeständigen Salzen kennen zu lernen.

Das Schälchen mit der Substanz wog	6,08 Grs.
das leere Schälchen	5,94 -
die Substanz also	0,14 Grs.

Die Substanz wurde über der Flamme einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge erhitzt: sie verbrannte mit leuchtender stark russender Flamme. Die rückständige Kohle konnte nur durch Zusatz von Salpetersäure vollkommen verbrannt werden. Der Rückstand bestand in einer kaum wahrnehmbaren Trübung des Schälchens, in einem leichten Anflug von Asche, nicht wie sonst gewöhnlich, wenn man salzhaltige Theile einäschert, in einer weissen Salzkruste.

Das Schälchen wog nach dem Verbrennen mit der Asche	5,94 Grs.
das leere Schälchen wog	5,94 -
es bleibt also für das Gewicht der Asche . . .	0,00 Grs.

Das Gewicht der feuerbeständigen Theile der Substanz war also fast = 0, es betrug höchstens 1 Milligramme, was meine Wage nicht mehr angiebt; und der Gehalt der Substanz an feuerbeständigen Theilen ist nur eine Spur.

Eine andere Portion der getrockneten Substanz, 0,23 Grms. dem Gewichte nach, wurde mit Alkohol von 830 spec. Gew. ausgekocht, und dies so oft erneuert, als frischer kochender Alkohol noch etwas auszog. Der alkoholische Auszug wurde

jedesmal noch kochend heiss durch ein gewogenes Filtrum filtrirt und das Filtrat in einem Schälchen gesammelt.

Dieses Filtrat hatte folgende Eigenschaften: es reagirte stark sauer, roch nach Buttersäure, ein Tropfen davon auf dem Objectträger verdunstet, wurde mikroskopisch untersucht; er enthielt kleine Krystalle von Cholestearin, Fetttröpfchen und als Hauptmasse amorph-körnige Parthien von wurstförmiger Gestalt und dunkler, bräunlicher Farbe. Das Filtrat wurde im Wasserbade getrocknet, wobei ausser dem Alkohol auch etwas, wahrscheinlich aber nur eine sehr geringe Menge, Buttersäure verloren ging, die aus dem früher erwähnten Grunde ihrer Quantität nach nicht näher bestimmt werden konnte.

Das Schälchen mit dem trocknen Filtrat wog . .	27,69 Grs.
das leere Schälchen	27,57 -
der trockene Alkoholauszug wog also	0,12 Grs.

Da dieser Rückstand aus einem Gemische von Fett mit Alkoholextract bestand, so wurde er, um beide Materien zu trennen, mit warmem destillirten Wasser so lange behandelt, als dieses noch etwas auszog: das im warmen Wasser (von etwa 20 Grad) Unlösliche wurde sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum gesammelt. Das Filtrum mit den Fetten wurde getrocknet und gewogen:

Das Filtrum mit Inhalt wog	0,355 Grs.
das leere Filtrum hatte gewogen	0,320 -
der in Wasser unlösliche Rückstand wog . .	0,035 Grs.

Dieser Rückstand wurde mikroskopisch untersucht: er zeigte Krystalle von Cholestearin und weiche, körnige leicht zerdrückbare Fettmassen (Butterfett), aber weder Tropfen von Elain, noch Nadeln von Margarin. Er roch immer noch nach Buttersäure. Er bestand also aus Cholestearin und Butterfett: eine quantitative Trennung derselben hätte bei einer grösseren Quantität durch Kochen mit Kalilauge geschehen können: das Butterfett wäre dadurch verseift und in Wasser auflöslich geworden, das Cholestearin unverändert zurückgeblieben. Seine geringe Menge machte aber die Anwendung dieser Methode

unmöglich: der mikroskopischen Untersuchung nach war Cholestearin und Butterfett ungefähr in gleicher Menge zugegen.

Berechnet man die gefundene Fettmenge auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

230 (gesammte trockene Substanz) : 35 = 249 (Gehalt an festen Bestandtheilen) : x (= 38).

Der in Wasser auflösliche, von den Fetten abfiltrirte Theil des Alkoholauszuges wurde in einem Schälchen aufgefangen; das Waschwasser, mit dem das fetthaltige Filtrum ausgewaschen wurde, ihm beigefügt: darauf das Filtrat im Wasserbade getrocknet.

Das Schälchen mit dem trockenen Rückstande wog	29,075 Grs.
das leere Schälchen	28,990 -
der in Wasser lösl. Theil des Alkoholextr. wog also:	0,085 Grs.

Diese gefundene Menge wurde wiederum auf 1000 Theile Substanz berechnet, nach folgender Proportion:

230 : 85 = 249 : x (= 92).

Dieser Wasserauszug hatte eine rothbräunliche Farbe, zerfloss nicht an der Luft, war vielmehr selbst nach mehreren Tagen noch vollkommen trocken. Um die Natur der in ihm enthaltenen Bestandtheile zu entdecken, wurde er in etwas destillirtem Wasser aufgelöst.

Die concentrirte Auflösung hatte eine braunröthliche Farbe, reagirte stark sauer.

Ein Tropfen davon auf einem Objectträger vertrocknet, bildete, mikroskopisch untersucht eine vollkommen amorphe gelbbräunliche Masse, ohne alle Spur von Krystallen.

Schwefelsäure bewirkte weder im Minimum, noch im Ueberschuss die geringste Trübung. Salpetersäure und Essigsäure verhielten sich ebenso.

Wässerige Jodlösung bewirkte keine Trübung.

Durch *Infus. Gallarum* entstand eine milchige Trübung; der Niederschlag stellte unter dem Mikroskop zarte feinkörnig-amorphe Massen von bräunlicher Farbe dar.

Durch salpetersaures Silber entstand ein reichlicher weisser Niederschlag: er erschien unter dem Mikroskop sehr zart, bildete feinkörnig-amorphe, wurstförmige Massen, welche schwach gelblich oder vollkommen farblos waren: er enthielt also kein Chlorsilber, dessen Parthien unter dem Mikroskop immer dunkel gefärbt erscheinen.

Durch Platinchlorid entstand ein sehr geringer Niederschlag; er erschien unter dem Mikroskop vollkommen amorph, nicht krystallinisch.

Durch neutrales essigsaures Blei eine schwache weissliche Trübung.

Durch basisch essigsaures Blei ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop wurstförmig, feinkörnig amorph, farblos erschien.

Durch Kaliumeisencyanid eine Spur von Trübung; der Niederschlag erschien unter dem Mikroskop feinkörnig-amorph.

Durch Eisenchlorid keine Trübung. Durch Zusatz von Ammoniak zu der mit Eisenchlorid versetzten Flüssigkeit erfolgte eine Ausscheidung von Eisenoxyd.

Durch Quecksilberchlorid ein weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop sehr zart, feinkörnig-amorph, farblos erschien.

Durch salpetersaures Quecksilberoxydul ein sehr reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop feinkörnige, meist wurstförmige Massen von bräunlicher Farbe bildend.

Die in der Flüssigkeit enthaltene freie Säure war also wahrscheinlich Milchsäure, wiewohl das der Flüssigkeit zugesetzte Eisenchlorid durch einen Ueberschuss von Ammoniak sogleich gefällt wurde; freie Buttersäure konnte sie nicht sein, diese wäre durch das Trocknen jedenfalls verflüchtigt worden; überdies fehlte der Geruch nach Buttersäure. Eben wegen der mangelnden Flüchtigkeit konnte es auch keine Essigsäure sein. Die ausser der Milchsäure in der Flüssigkeit enthaltenen Materien können nur solche sein, welche wir früher unter dem gemeinschaftlichen Namen Alkoholextract zusammengefasst

haben, wiewohl ihre Reactionen von denen, welche der Alkoholextract des Muskelfleisches zeigt, einigermaassen abweichen.

Nachdem auf diese Weise die in Alkohol von 830 spec. Gew. löslichen Theile des Inhaltes der Balggeschwulst bestimmt waren, wurde zur Untersuchung der in diesem Medium unlöslichen Materie geschritten.

Wir haben oben bemerkt, dass nach dem Ausziehen der 0,23 Grs. trockener Substanz mit Alkohol, das in kochendem Alkohol Unlösliche sorgfältig auf einem gewogenen Filtrum gesammelt wurde. Um nun zu sehen, welche morphologischen Theile der Substanz durch den kochenden Alkohol aufgelöst worden waren, wurde ein Minimum des Rückstandes mikroskopisch untersucht. Er bestand blos aus Haufen von Zellen, wie wir sie früher beschrieben haben: diese Zellen hatten gar keine sichtbare Veränderung erlitten, waren höchstens etwas zusammengeschrumpft, dagegen waren die Cholestearinkrystalle und die körnigen Massen vollkommen verschwunden. Die bisherige chemische Untersuchung giebt uns aber Aufschluss über die Natur dieser körnigen Massen, welche durch die mikroskopische Untersuchung allein nicht vollständig bestimmt werden konnte. Sie können nur Butterfett gewesen sein.

Das erwähnte Filtrum mit den in Alkohol unlöslichen Theilen wurde mehrmals mit kochendem Alkohol ausgewaschen, der dem Filtrate beigefügt wurde, dann im Wasserbade getrocknet und gewogen.

Das Filtrum mit Substanz wog	0,43 Grs.
das Filtrum allein hatte gewogen	0,32 -
die getrocknete Substanz wog also	0,11 Grs.

Die Substanz mit dem Filtrum wurde nun längere Zeit mit destillirtem Wasser digerirt, das Aufgelöste abfiltrirt, der Rückstand und das Filtrum wiederholt mit destillirtem Wasser ausgewaschen und dieses dem Filtrate beigefügt. Das in einem Schälchen gesammelte Filtrat wurde im Wasserbade zur Trockne abgedampft.

Das Schälchen mit dem trockenen Filtrate wog .	29,015 Grs.
das leere Schälchen hatte gewogen	28,990 -
das trockne Filtrat wog also	0,025 Grs.

Berechnet man diese Menge auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

$$230 : 25 = 249 : x \ (= 27).$$

Die durch Wasser gelöste Substanz stellte getrocknet eine fast farblose, durchsichtige, spröde Masse dar, die aus der Luft keine Feuchtigkeit anzog. Um ihre Zusammensetzung zu erfahren, wurde sie in etwas destillirtem Wasser aufgelöst und filtrirt: das Filtrat, eine concentrirte wässerige Lösung, verhielt sich gegen Reagentien folgendermaassen:

Ein Tropfen auf dem Objectträger eingetrocknet zeigt bei der mikroskopischen Untersuchung eine vollkommen amorphe, farblose Masse.

Durch Schwefelsäure entstand weder im Minimum, noch im Ueberschuss die geringste Trübung.

Salpetersäure und Essigsäure verhielten sich ebenso.

Durch *Infus. Gallarum* entstand ein reichlicher weisser Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige Massen von rundlicher oder wurstförmiger Gestalt und rothbräunlicher Farbe bildete.

Durch Alkohol entstand ein reichlicher flockiger Niederschlag, der unter dem Mikroskop amorph-feinkörnig, farblos erschien.

Durch salpetersaures Silber ein reichlicher weisser Niederschlag, unter dem Mikroskop amorph-feinkörnige, farblose Massen bildend.

Durch Kaliumeisencyanid weder in der ursprünglichen, noch in der mit Essigsäure versetzten Flüssigkeit eine Spur von Trübung.

Durch Platinchlorid eine schwache Trübung; unter dem Mikroskop feinkörnig-amorphe Parthien.

Aus diesem Verhalten geht hervor, dass die Flüssigkeit weder Eiweiss, noch Käsestoff enthielt: die in ihr enthaltenen

Materien gehören wahrscheinlich alle zu denen, welche wir früher unter dem Wasserextract zusammenfassten, wiewohl die Reactionen nicht vollkommen mit den beim Wasserextract des Muskelfleisches angegeben übereinstimmen.

Die mit Wasser behandelten Zellen wurden mikroskopisch untersucht, sie hatten keine Veränderung erlitten: das Wasser hatte also nur Wasserextract aus ihnen ausgezogen.

Um die Quantität der Zellen zu bestimmen, braucht man nur das Gewicht des Wasserextractes von ihnen abzuziehen.

Wir hatten aber das Gewicht der Zellen mit dem Wasserextract gefunden	0,110 Grs.
das Gewicht des Wasserextractes davon abgezogen	0,025 -
bleibt für die Zellen	0,085 Grs.

Berechnet man diese Quantität auf 1000 Theile Substanz, so erhält man folgende Proportion:

$$230 : 85 = 249 : x \ (= 92).$$

Es wäre nun noch sehr interessant gewesen, die chemische Beschaffenheit der Substanz, aus welcher die Zellen bestehen, zu studiren. Man hätte sie mit dem Wasser längere Zeit kochen können, um zu sehen, ob sie Leim geben, man hätte sie mit concentrirter Salzsäure kochen können, um zu erfahren, ob sie sich darin mit Lilafarbe auflösen: man hätte selbst, da sie von allen fremden Substanzen befreit waren, ihre Elementaranalyse anstellen können, aber die geringe Quantität derselben machte alle weitere Untersuchung unmöglich. Wir können nur vermuthen, dass ihre Substanz aus einer Proteinverbindung bestand.

Stellt man nun die Resultate der chemischen Untersuchung zusammen, so erhält man folgendes *Resumé*.

1000 Theile frischen Inhaltes der untersuchten Balggeschwulst bestanden aus:

Wasser (mit einer Spur von Buttersäure) . . .	751
Fette (Cholestearin und Butterfett zu ungefähr gleichen Antheilen)	38
	789

Transp.	789
Alkoholextract mit Milchsäure	92
Wasserextract	27
Trockene Zellensubstanz (vielleicht mit einer Spur von durch das Trocknen coagulirtem Eiweiss)	92
Feuerbeständige Salze, eine Spur	—
	1000

4. Mikroskopische Untersuchung ganzer Thiere und solcher thierischen Theile, welche besondere Veranstaltungen erfordern.

Manche zu zoologischen oder physiologischen Studien nothwendige mikroskopische Untersuchungen können nicht nach der im Vorhergehenden beschriebenen einfachen Methode angestellt werden, sie erfordern theils besondere Instrumente zur Aufnahme und Vorbereitung der Gegenstände, theils besondere Handgriffe. Hierher gehört die Untersuchung des Kreislaufs an Thieren, die der Flimmerbewegung, der Infusorien, die Anstellung von Brüteversuchen u. dgl. Wir wollen im Folgenden die nöthigste Anleitung dazu geben.

Beobachtung des Kreislaufs an lebenden Thieren.

Am besten eignen sich zur Beobachtung des Kreislaufs Frösche; sie sind überall leicht zu haben, ihre Blutkörperchen sind sehr gross und man reicht also schon mit einer geringen Vergrösserung für die Untersuchung aus, sie haben ein zähes Leben und die Durchsichtigkeit gewisser Theile derselben macht die Beobachtung des Kreislaufs auch ohne bedeutende Verletzung des Thieres möglich.

Man benutzt zur Beobachtung des Kreislaufs: 1. ausgewachsene Frösche, indem man die durchsichtige Schwimmhaut, welche die Zehen ihrer Hinterfüsse mit einander verbindet, unter das Mikroskop bringt. Es ist gut, wenn man für solche Beobachtungen einen Apparat hat, der ungefähr so eingerichtet

ist, wie der in der ersten Abtheilung unter dem mikroskopischen Zubehör beschriebene (s. S. 69). Der Frosch wird in einen Lappen eingewickelt, so dass er keine heftigen Bewegungen machen kann, wobei jedoch der Kopf am besten frei bleibt, um seine Respiration nicht zu hindern: um den Leib schlingt man ein oder einige Bänder, deren Enden in die Löcher am Rahmen des Tisches befestigt werden; sie müssen ihn hinreichend festhalten, ohne jedoch durch allzustarkes Zusammenschnüren den Kreislauf zu hemmen. Man befestigt auch den Hinterfuss, an dem die Beobachtungen gemacht werden sollen, auf ähnliche Weise durch ein Band, welches am besten um die dünnste Stelle des Fusses, in der Gegend des Kniees geschlungen wird: es muss breit sein und darf nicht zu fest anliegen, damit es die Arterien nicht comprimirt und dadurch den Kreislauf hemmt. Ist der Frosch auf diese Weise hinreichend befestigt, so dass er weder entschlüpfen, noch heftige Bewegungen machen kann, so spannt man den zwischen zwei Zehen befindlichen Theil der Schwimmhaut über eines der im Apparate befindlichen Löcher aus. Das Ausspannen geschieht am besten durch zwei Stecknadeln, welche man neben den Phalangen, an ihrer Innenseite einsticht, dadurch die beiden Zehen auseinanderhält, die Schwimmhaut anspannt und zugleich befestigt. Die Stecknadeln dürfen nicht zu nahe am Rande der Schwimmhaut eingestochen werden, weil sie sonst bei der geringsten Bewegung des Frosches leicht ausreissen. Die angegebene Befestigungsweise reicht gewöhnlich hin, das Thier ohne Schaden für sein Leben stundenlang in derselben Lage festzuhalten. Es ist gut, wenn man von Zeit zu Zeit die Schwimmhaut mit etwas Wasser benetzt, um sie feucht und durchsichtig zu erhalten.

Eine 90 bis 100malige Vergrösserung reicht hin, den Kreislauf recht schön zu sehen. Man sieht, wie die ovalen Blutkörperchen, mit runden Lymphkörperchen gemischt, aus den Arterien in die Capillargefässe eindringen (deren Wandungen man deutlich erkennt), indem sie beim Umbiegen um scharfe Ecken häufig für einen Augenblick ihre Gestalt verändern und sich

krümmen; wie sie in den Capillargefässen fortlaufen und aus diesen in die Venen übergehen, wo sie in grösseren Massen angehäuft, sich langsamer fortbewegen. Man erkennt die Lymphkörperchen an ihrer runden Form und unterscheidet sie leicht von den ovalen Blutkörperchen (deren Kerne man während ihres Verweilens in den Gefässen nicht wahrnimmt); die ersteren bewegen sich gewöhnlich langsamer, sie schwimmen meist am äusseren Rande des Blutstroms in der Nähe der Gefässwandungen.

Die Haut der Froschfüsse zeigt fast immer schon mit blossem Auge wahrnehmbare dunkle Flecken, Ablagerungen von schwarzem Pigment, die unter dem Mikroskop bald ohne bestimmte Form, bald sternförmig, strahlig verzweigt erscheinen. Diese hindern einigermaassen die Beobachtung, indem sie die Gefässe verdecken, da sie vollkommen undurchsichtig sind: — an den Stellen, wo sie fehlen, sieht man sehr tief in das Gewebe hinein, da die Haut selbst und ihr Epithelium sehr durchsichtig sind; man kann nicht blos die oberflächliche Gefässschicht, sondern bei verändertem Focus des Mikroskops auch noch eine zweite, tiefer liegende, sehr deutlich erkennen. — Daher thut man wohl, zu seinen Beobachtungen vorzüglich solche Frösche zu wählen, die eine helle Haut, mit wenig schwarzen oder braunen Flecken haben.

Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung sieht man zwar mehr Detail, aber der Gesammteindruck ist bei weitem weniger schön, als bei einer blos hundertmaligen Vergrösserung, da nicht nur das Gesichtsfeld mit der Zunahme der Vergrösserung kleiner wird, sondern auch die scheinbare Schnelligkeit, mit der die Blutkörperchen durch das Gesichtsfeld eilen, mit der Vergrösserung wächst.

2. Dienen zur Beobachtung ganz junge Frösche, die noch ihre Schwänze haben (Froschlarven, Kaulquappen). Der durchsichtige Schwanz dieser Thierchen eignet sich vorzüglich gut zur Beobachtung des Kreislaufs. Man wickelt den Körper der Froschlarven mit Freilassung des Schwanzes in ein Stück-

chen feuchtes Löschpapier und legt sie ohne weitere Vorbereitung auf den Objectträger, so dass der auf seiner breiten Seitenfläche liegende, mit etwas Wasser befeuchtete Schwanz unter die Objectivlinsen zu stehen kommt; man beobachtet bei durchfallendem Lichte. Der Schwanz ist so durchsichtig, dass man alle inneren Theile desselben auf das Deutlichste sieht, die Muskelprimitivbündel mit ihren zarten Querstreifen und zwischen ihnen die feinen Gefässe mit den in ihnen sich fortwälzenden Blutkörperchen.

3. Die Keimhaut des Embryo, wie man sie bei Brüteversuchen mit Vogeleiern erhält. Von ihrer Vorbereitung zur Untersuchung s. d. Brüteversuche.

4. Um den Kreislauf bei Säugthieren zu sehen, was schwieriger ist, da hier die Blutkörperchen viel kleiner sind, wählt man am besten die Gefässe des Mesenterium oder des Netzes. Man befestigt das Thier durch Festbinden etc., wobei man sich eines ähnlichen Apparates, wie er für die Beobachtungen an Fröschen angegeben wurde, bedienen kann. Man bringt dem Thier eine penetrirende Bauchwunde bei, zieht durch diese einen Theil des Netzes heraus, befestigt ihn durch Nadeln, indem man ihn ausspannt und beobachtet, wie es bei den Fröschen angegeben wurde, nachdem man vorher mit einem feinen Schwamm das anhängende Blut abgewischt hat. Beobachtungen der Art gelingen nicht immer, theils weil das Thier in Folge der Verwundung häufig in Asphyxie fällt, und dadurch eine Störung des Kreislaufs eintritt, theils weil der zur Beobachtung dienende Theil sich gewöhnlich bald entzündet, mit Ekchymosen bedeckt, wodurch örtliche Störungen des Kreislaufs eintreten oder die Blutgefässe verdeckt und undurchsichtig werden. — Vielleicht eignen sich die Flügel der Fledermäuse am besten zur Beobachtung des Kreislaufs an lebenden Säugthieren, doch fehlen mir hierüber eigene Erfahrungen.

Bei allen Beobachtungen der Art an Säugthieren muss man wenigstens eine 200malige Vergrösserung anwenden, da die

Blutkörperchen dieser Thierclasse viel kleiner sind, als die der Frösche.

Will man Versuche über die Veränderungen des Kreislaufs durch Entzündung etc. anstellen, so verfährt man auf ganz ähnliche Weise, indem man dabei die der Beobachtung unterworfenen Theile durch mechanische oder chemische Mittel reizt und in Entzündung versetzt.

Beobachtung der Flimmerbewegung.

Die Flimmerbewegung am Menschen zu sehen, ist nur selten möglich, da sie sehr bald nach dem Tode aufhört, doch gelingt es bisweilen, sie nach chirurgischen Operationen zu beobachten, z. B. an der Schleimhaut von frisch exstirpirten Nasenpolypen. Man wählt daher zur Beobachtung derselben am besten frisch getödtete Thiere: Zu ihrer Wahrnehmung eignet sich am besten die Schleimhaut der Trachea und die seröse Haut der Hirnventrikel bei Säugthieren (Hunden, Katzen), die Schleimhaut der Mundhöhle bei Fröschen, die der Kiemen bei Froschlarven, Salamanderlarven, bei Muscheln (namentlich bei Anodonta).

Um dies Phänomen miskroskopisch zu beobachten, verfahre man auf folgende Weise. Man erhebe bald nach dem Tode des Thieres mit der Pincette die Schleimhaut in eine kleine Falte, schneide diese mit einer scharfen (am besten nach der Fläche gekrümmten, sogenannten Cooper'schen) Scheere ab, bringe sie auf den Objectträger, ohne sie auseinanderzulegen, so dass das Stückchen auch auf dem Objectträger immer noch eine Falte mit umgeschlagenem Rande bildet (um diesen umgeschlagenen Rand hervorzubringen, kann man mit Nadeln oder feinen Messerchen nachhelfen). Man decke leise ein Glasplättchen darüber und beobachte bei etwa 200maliger Vergrösserung. An dem umgeschlagenen Rande der Schleimhaut sieht man nun, wenn anders das Flimmerepithelium noch vorhanden ist, eine etwa $\frac{1}{60}'''$ dicke Schicht, die scheinbar aus senkrecht auf der Oberfläche der Schleimhaut stehenden Fasern, in der That

aber aus aneinandergereihten Epithelialcylindern besteht: auf dieser sitzen sehr zarte, kurze Plättchen oder Haare, Wimpern, welche (wenn anders die Flimmerbewegung noch fortdauert) in beständiger schwingender Bewegung begriffen sind und alle sich ihnen nähernde, in der umgebenden Flüssigkeit schwimmende kleine Gegenstände, wie Blutkörperchen etc., in einer Richtung lebhaft weiter fortbewegen. Die Flimmerbewegung hält gewöhnlich mehrere Stunden an.

Rings um die Schleimhaut liegen in der Regel einzelne Epithelialcylinder, bald mit, bald ohne aufsitzende Flimmerhaare.

Das Experiment gelingt, wie erwähnt, nicht immer, da bisweilen die Flimmerbewegung schon aufgehört hat, oder das Flimmerepithelium bereits abgestossen ist, wenn man zur Untersuchung schreitet.

Mikroskopische Untersuchung der Spermatozoën.

Will man die Spermatozoën ihrer Form nach kennen lernen und ihre Bewegungen beobachten, so wählt man ein ausgewachsenes männliches Thier irgend einer Art während seiner Begattungszeit. Man tödtet es und öffnet sogleich nach dessen Tode die Hoden und Samenleiter, bringt einen Tropfen der in denselben enthaltenen Flüssigkeit auf den Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber, ohne Wasser zuzusetzen und untersucht bei einer 2 — 400 maligen Vergrösserung. Man sieht nun die bei jeder Thierspecies etwas verschiedenen Spermatozoën gewöhnlich in grosser Anzahl und erkennt sie sogleich an ihrer eigenthümlichen Form. Sie zeigen alle einen dickeren und breiteren, mehr oder weniger runden Theil und einen sehr langen, dünnen, fadenförmigen von jenem ausgehenden Anhang. Die Spermatozoën sind gewöhnlich noch mehrere Stunden lang nach dem Tode des Thieres, welches sie geliefert hat, in lebendiger Bewegung begriffen, die aber mehr einem Oscilliren als einem willkührlichen Fortrücken gleicht. Um sie sehr deutlich zu sehen, muss man gewöhnlich mittelst der Blendung die Beleuchtung etwas schwächen, da sie sehr zart und durchsichtig

sind und bei allzustarkem Lichte für das Auge fast ganz verschwinden.

Sehr junge, noch nicht zeugungsfähige Thiere zeigen keine deutlichen Spermatozoën; ebenso verschwinden sie bei erwachsenen Thieren gewöhnlich ausserhalb der Begattungszeit. Bei Hausthieren dagegen sind sie den grössten Theil des Jahres hindurch vorhanden.

Aufsuchung und mikroskopische Untersuchung von Krätzmilben.

Um die Krätzmilbe *(Acarus scabiei)* aufzusuchen und zu beobachten, wähle man solche Kräzkranke, welche noch keiner Behandlung unterworfen worden sind und nicht schon gar zu lange, d. h. wochen- oder monatelang an der Krankheit leiden, weil bei solchen durch das anhaltende Jucken und Kratzen die Milben gewöhnlich schon zerstört worden sind.

Man findet die Krätzmilben unter den erwähnten Bedingungen am häufigsten an den Händen, seltner an den Füssen. Untersucht man die Pusteln an den Händen, namentlich zwischen den Fingern, bald nach ihrer Entwickelung, so findet man an einzelnen derselben an ihrer Spitze oder auch an ihrer Seite einen kleinen Punct, der einem kleinen Flohstiche ohne den rothen Hof gleicht. Bisweilen ist dieser Punct etwas im Halbzirkel verlängert und steht auf einem kleinen weisslichen Flecken. An anderen weiter entwickelten Pusteln bemerkt man eine von diesem Puncte ausgehende schwärzliche oder weissliche Linie, welche bald von der Spitze der Pustel nach ihrem Rande hingeht, bald die Pustel diametral durchschneidet. Diese punctirte Linie scheint eine Art von bedecktem Gang in der Epidermis zu bilden. Untersucht man bei Sonnenschein, so bemerkt man an dem dem Ausgangspuncte der punctirten Linie entgegengesetzten Ende derselben, seitlich vom Bläschen, einen kleinen weisslichen Fleck mit einem bräunlichen Punct. Erhebt man nun an dieser Stelle die Oberhaut, so kann man, ohne die Pustel selbst zu verletzen, das hier sitzende kleine Thier, die Kräz-

milbe, ausziehen. Der Acarus hängt sich gewöhnlich von selbst an die Nadelspitze an, wenn man diese schief unter die Epidermis führt und letztere etwas aufhebt: er kann auf diese Weise ohne alle Mühe ausgezogen werden.

Das Ende der punctirten Linie, wo das Insect seinen Sitz hat, kann eine bis sechs Linien vom Bläschen entfernt sein.

Nicht von jeder Pustel geht eine solche Linie aus: sie findet sich, wie erwähnt, hauptsächlich nur an den Pusteln der Hände: aber auch hier nicht bei allen Kranken. Man muss oft sehr viele Kräzkranke untersuchen, bis es, selbst wenn man alle Vorsichtsmaassregeln beobachtet, gelingt, bei einem den Acarus aufzufinden.

Diesen Theil der Untersuchung, bis zur Ausziehung des Thieres, kann man mit blossem Auge oder mit Hülfe einer Loupe vollenden. Um das Insect genauer zu betrachten, muss man es unter das Mikroskop bringen (am besten in eine Thierbüchse eingeschlossen — s. den mikroskopischen Zubehör in der ersten Abtheilung S. 59) und bei 60 — 100 maliger Vergrösserung untersuchen.

Der *Acarus scabiei* ist weisslich von Farbe, durchsichtig und hat eine rundliche Form. Sein Rücken ist mit mehreren Reihen stachliger, warziger Höcker besetzt. Er zeigt keinen eigentlichen Kopf, trägt aber am vorderen Ende rüsselartige Mundtheile von rother Farbe und rundlicher, etwas plattgedrückter Form; sie sind mit mehreren Haaren oder Borsten besetzt. Die Einfügungsstelle des Rüssels in den Thorax verlängert sich in eine rothe Leiste, welche fast bis in die Mitte des Thorax auf dessen Unterseite hineinläuft. Das Thier hat acht Füsse von dunkelrother Farbe: die vier Vorderfüsse sind an der Seite des Rüssels in den Thorax eingefügt, sind gegliedert, mit Haaren und am Ende mit einer Art Saugrüssel besetzt. Die Hinterfüsse sind länger, haben keinen Saugrüssel, statt desselben trägt jeder eine Borste, welche ebenso lang ist, als der Körper des Thieres. Die Grösse der Kräzmilbe schwankt zwischen $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{4}$ Linie.

Genauere Angaben über die Kräzmilbe des Menschen findet der Leser in folgenden Schriften:

Albin Gras, *Recherches sur l'acarus ou sarcopte de la gale de l'homme. Paris chez Bèchet* 1834.

Raspail, *Mémoire comparatif sur l'histoire naturelle de l'insecte de la gale.*

Dasselbe, deutsch mit Anmerkungen von G. K. Leipzig bei Voss. 1835.

Beobachtung von Infusorien.

Wir theilen hier nur soviel mit, als einem Anfänger in mikroskopischen Untersuchungen, der sich gern am Anblick von Infusorien belustigen und im Allgemeinen mit ihnen bekannt machen möchte, nöthig ist zu wissen, um sich diese Thiere zu verschaffen und sie bequem zu beobachten.

Man verschafft sich die Infusorien am besten aus ihren natürlichen Entstehungs- und Aufenthaltsorten, aus stehenden Gewässern, Teichen, Gräben, Sümpfen: man kann sie dort zu allen Zeiten, selbst im Winter finden. Die meisten Infusorien und die schönsten Formen derselben erhält man nicht aus sumpfigen, stinkenden Pfützen, sondern aus Quellen und Teichen, in denen sich viele Wasserpflanzen befinden. Wenn man solche Wasserpflanzen ausreisst, die unter Wasser stehenden Theile derselben mit einem Holze, dem Rücken eines Messers etc. abstreift und das ablaufende Wasser sowohl als das abgestreifte in einem Glase sammelt, kann man immer gewiss sein, eine grosse Menge Infusorien und verschiedene Arten derselben zu erhalten. Durch dieses Verfahren enthält man auch solche Thiere, welche, wie Vorticellen, Polypen u. s. w. an anderen Thieren oder an Pflanzen festsitzen und nicht frei im Wasser vorkommen. Zum Sammeln wählt man grössere Opodeldokgläser mit weiter Oeffnung oder gewöhnliche kleine Probirröhren, die man mit einem Kork verschliessen kann. In denselben Gläsern lassen sich die Infusorien Tage lang aufbewahren.

Will ein schon Geübterer gewisse Arten von Infusorien, oder schönere oder grössere Formen derselben vorzugsweise erhaschen, so ist es gut, sich auf solchen Jagden mit einer Loupe zu versehen, um den gewonnenen Vorrath damit mustern zu können. Man unterscheidet mit Hülfe derselben die grösseren Infusorien ihrer Art nach ziemlich gut und kann die Jagd so lange fortsetzen, bis man den gewünschten Fang gethan hat.

Auch im Winter kann man sich Infusorien verschaffen, wenn man die Wasserpflanzen offener Quellen oder selbst die gefrorener Teiche unter dem Eise hervorzieht und auf die beschriebene Weise behandelt.

Einige Tage kann man, wie erwähnt, die Infusorien in denselben Gläsern lebend erhalten, welche dienen, sie nach Hause zu bringen. Will man sie länger erhalten, so versetze man sie in grössere Zuckergläser mit weiter Oeffnung, die man mit frischem Wasser angefüllt und mit leicht gedeihenden Wasserpflanzen, Wasserlinsen u. dgl. tapezirt hat.

Man kann sich Infusorien auch künstlich erziehen, wenn man vegetabilische oder thierische Substanzen mit Wasser übergiesst und in einem offenen Gefässe an einem warmen Orte längere Zeit sich selbst überlässt.

Will man die Infusorien mikroskopisch untersuchen, so muss man verschiedene Methoden anwenden, je nachdem man mehr ihre einzelnen Organe und Körpertheile, oder ihre ganze Form und ihre Bewegungen beobachten will. Im ersteren Falle bringt man sie ganz einfach auf einen gewöhnlichen Objectträger, deckt ein Glasplättchen darüber und untersucht sie sogleich bei einer stärkeren Vergrösserung. Man kann verschiedene Methoden anwenden, um die Infusorien auf den Objectträger zu bringen. Man bringe mit einem Glasstabe einen Tropfen der Infusorien haltigen Flüssigkeit auf den Objectträger: in diesem Falle ist aber bisweilen die Menge der Infusorien so gross, dass man die einzelnen nicht gehörig beobachten kann. Dies vermeidet man auf folgende Weise: man bringe neben dem erwähnten Tropfen mit Infusorien einen Tropfen reines Wasser auf

den Objectträger und verbinde beide Tropfen durch einen schmalen Canal, den man mit der Spitze eines Messers zwischen ihnen zieht. Sogleich treten einige Infusorien durch den Canal in das reine Wasser über: unterbricht man nun die Communication durch Abwischen des Canales etc., so hat man mehrere Infusorien im Wassertropfen isolirt.

Diese Methode gilt indess nur für kleinere Infusorien. Um grössere Formen derselben isolirt auf den Objectträger zu bringen, verfährt man auf folgende Weise: Man untersuche das die Infusorien enthaltende Glas mit der Loupe, wähle sich auf diese Weise seine Beute, und bemerke sich ihre Form, ihren Standort, um sie nachher mit unbewaffnetem Auge wieder auffinden zu können. Dann suche man mit einem Pinsel, dem Bart einer Feder das gewählte Infusorium zu erreichen und indem man, es an die Wand des Gefässes andrückend, langsam nach oben fährt, aus der Flüssigkeit herauszustreichen, hat man es einmal aus der Flüssigkeit herausgehoben, so kann man es leicht auf den Objectträger bringen. Oder noch besser, man nehme eine dünne Glasröhre, die trichterförmig in eine offene Spitze ausgezogen ist, verschliesse die weitere Oeffnung derselben mit dem Daumen und tauche sie in das Gefäss ein. So lange man die obere Oeffnung durch den Daumen verschlossen hält, wird kein Wasser in den Trichter eindringen. Ist man nun mit der Spitze gerade über dem gewählten Infusorium angekommen, so entfernt man den Daumen etwas von der Oeffnung: das Wasser dringt nun mit Gewalt in die Spitze ein und reisst gewöhnlich das Infusorium mit fort. Sobald man das Thierchen in dem kleinen Trichter gefangen hat, presst man den Daumen wieder auf die obere Oeffnung und zieht das Instrument heraus. Der Druck der Luft verhindert das Ausfliessen des Wassers aus dem Trichter. Man lässt nun die Flüssigkeit mit dem Thierchen in ein Uhrgläschen ausfliessen und kann dann das Infusorium leicht isolirt auf den Objectträger bringen.

Will man die Bewegungen grösserer Infusorien und das Ensemble ihrer Theile, ihres Baues beobachten, so muss man

auf andere Weise verfahren. Hat man ein Mikroskop, das mit einem gewöhnlichen Stiefel, oder besser noch mit einem Stiefel, der eine seitliche Oeffnung hat (T. II. Fig. 15), versehen ist, so steckt man diesen über die Objectivlinsen, bringt das Gefäss mit den Infusorien unmittelbar auf den Objecttisch und taucht den Stiefel hinein. Man kann auf diese Weise die Bewegungen der Infusorien sehr schön beobachten, muss sich aber mit schwachen Linsen begnügen, weil man letztere wegen des Stiefels dem Objecte nicht sehr nähern kann. Doch kann man durch Aufstecken stärkerer Oculare die Vergrösserung verstärken.

Noch bequemer ist folgende Methode, bei der man überdies den Stiefel entbehren kann: Man nehme einen Objectträger mit aufgekittetem Glasring (T. II. Fig. 18) und bringe in diesen einige Infusorien mit etwas Wasser. In Ermangelung solcher Objectträger kann man auch einen gewöhnlichen Objectträger dazu benutzen, den man mit einem erhöhten Rand von Siegellack oder Bleiweissfirniss umgeben hat, wie wir sie früher für mikrochemische Untersuchungen empfohlen haben. Begnügt man sich bei der Beobachtung mit schwächeren Linsen, so kann man auf den Glasring ein Glasplättchen decken, um das Verdünsten der Flüssigkeit und das Beschlagen der Objectivlinsen zu verhindern. Will man stärkere Vergrösserungen anwenden, so taucht man die Linse unmittelbar in die Flüssigkeit: man darf nicht fürchten, das Mikroskop oder die Linsen dadurch zu beschädigen, da letztere eingekittet sind, also kein Wasser ins Innere des Instrumentes eindringen lassen, nur muss man sie nach dem Gebrauche mit einer reinen Leinwand sorgfältig wieder abtrocknen. Diese Methode gewährt vorzüglich schöne Resultate: da der Raum hier ein beschränkter ist, kann man bei einiger Uebung durch Verschieben des Objectträgers und schnelle Veränderung des Focus den Bewegungen desselben Thierchens längere Zeit folgen.

Um die Mundtheile und Magen der Infusorien zu erkennen, versetze man das Wasser mit etwas Indigo oder Karmin. Diese Farbestoffe werden von den Infusorien gefressen und färben ihre

ausserdem durchsichtigen und dem Auge gewöhnlich unsichtbaren inneren Theile.

Wer sich specieller mit dem Studium der Infusorien beschäftigen und die einzelnen Arten derselben zu bestimmen wünscht, den müssen wir auf das classische Werk von

Ehrenberg, die Infusionsthierchen als vollkommene Organismen etc. Leipzig bei Voss. 1838. mit 64 Tafeln in folio. verweisen.

Anstellung von Brüteversuchen.

Um methodische Untersuchungen über Entwickelung sowohl des Embryo überhaupt, als seiner einzelnen Gewebe und Organe anzustellen, bedient man sich gewöhnlich bebrüteter Hühnereier, die man in verschiedenen Tagen der Bebrütung mikroskopisch untersucht, um so alle Stadien der Entwickelung kennen zu lernen. Da man nicht unter allen Verhältnissen und zu jeder Zeit die Eier von einer Henne ausbrüten lassen kann, was freilich das bequemste ist, so bedient man sich dazu häufig einer künstlichen Wärme. Die dazu nöthige Vorrichtung nennt man Brütemaschine.

Eine solche Brütemaschine besteht gewöhnlich aus zwei cylindrischen Büchsen von Blech, welche beide unten geschlossen, oben offen sind. Die eine dieser Büchsen ist etwas kleiner als die andere und hat an ihrem oberen Ende einen nach aussen vorspringenden Rand, damit sie, in die grössere Büchse gesteckt, nicht in dieselbe hineinfällt. Werden beide Büchsen ineinander gesteckt, so gleicht das Ganze dem auf T. III. Fig. 14 abgebildeten Wasserbade; es hat auch ganz denselben Zweck. Das Grössenverhältniss der beiden Büchsen soll so sein, dass, wenn sie ineinander stecken, der Boden sowohl als die Wände der inneren etwa 1 — 1½ Zoll von den entsprechenden Theilen der äusseren entfernt bleiben. Die kleinere Büchse muss so gross sein, dass sie wenigstens 6 Eier aufnehmen kann. Nach Bedürfniss kann man sie grösser machen, kann auch wohl beide Büchsen durch Metallstifte etc. unbeweglich mit einander ver-

binden lassen. Das Ganze kann durch einen genau passenden Deckel von dickem Holze verschlossen werden: in diesen ist ein Thermometer so eingefügt, dass sich seine Kugel im Innern der Büchse, seine Skala aber ausserhalb befindet, damit man, ohne die Büchse zu öffnen, die im Inneren herrschende Temperatur beobachten kann. Beim Gebrauche bringt man die Eier mit Werg, Wolle, Heu oder einem anderen schlechten Wärmeleiter umgeben in die innere Büchse; füllt dann den Zwischenraum zwischen beiden Büchsen mit lauwarmem Wasser an, legt den Deckel auf, den man noch, um die Wärme besser zurückzuhalten, gleichfalls mit Wolle bedecken kann und sucht durch eine untergestellte Lampe die ganze Vorrichtung mehrere Tage lang in einer möglichst gleichen Temperatur von ungefähr 35° Cent. zu erhalten.

Zur Regulirung der Temperatur kann eine gewöhnliche kleine Oellampe dienen, welche man unter die auf einem Dreifusse von Metall stehende Brütemaschine setzt. Doch ist es schwierig und nicht immer möglich, durch eine solche Oellampe, namentlich bei Nacht eine immer gleiche Temperatur zu erhalten. Besser entspricht diesem Zwecke eine von Schramm angegebene, eigenthümlich eingerichtete Weingeistlampe (T. III. Fig. 16). Sie besteht aus einer mit Weingeist gefüllten Glasflasche, welche mit einem Korke lufdicht verschlossen ist. In diesen Kork sind zwei Glasröhren luftdicht eingesetzt: die eine derselben (*a*) geht gerade in die Flasche hinein, die andere (*b* in der Figur) ist doppelt gekrümmt; sie geht gerade in die Flasche hinein, krümmt sich, so wie sie den Kork und die Flasche verlässt, nach abwärts, bis sie fast den Boden erreicht, geht dann wieder aufwärts und endigt hier in eine Kugel (*c*), welche oben offen ist. In diese Kugel wird in einer Hülse von Blech ein Docht von Baumwolle eingesetzt, wie bei einer gewöhnlichen Spirituslampe. Das andere in der Flasche befindliche Ende der Röhre *b* hat dieselbe Höhe, wie die Mitte der Kugel *c*. Durch Ansaugen bei *c* lässt man den Weingeist in der Röhre *b* aufsteigen: er füllt dann die ganze Röhre bis an

die Mitte der Kugel *c* an. Durch die zweite Röhre *a* dringt immer so viel Luft in die Flasche, als nöthig ist, um den verbrannten Weingeist zu ersetzen und der Stand des Weingeistes in der Kugel bleibt so lange unverändert derselbe, bis das Niveau der Flüssigkeit in der Flasche unter das Ende der Röhre *b* herabgesunken ist, was bei gehöriger Grösse der Flasche erst nach einigen Tagen eintritt. Man hat dann nichts weiter zu thun, als die Flasche aufs neue mit Weingeist zu füllen. Dieser Apparat wird so gestellt, dass die Kugel, d. h. die Lampe unter die Mitte der Brütemaschine und die Flasche neben derselben zu stehen kommt: man erhält durch diese Vorrichtung eine sehr gleiche Temperatur, deren Schwankungen 1 — 2⁰ nicht übersteigen, namentlich wenn man darauf sieht, dass der angewandte Weingeist sehr rein ist, damit der Docht nicht allmählich durch die Unreinigkeiten desselben verstopft wird und verkohlt.

Um die Verminderung der Temperatur durch Ausstrahlung der Wärme von den Wänden der Brütemaschine so viel als möglich zu verringern, kann man die ganze Brütemaschine noch mit Wolle, Heu oder einem anderen schlechten Wärmeleiter umgeben.

Diese Vorrichtung dient nicht nur, um Eier auszubrüten, sondern auch zu anderen Versuchen, welche eine längere Zeit anhaltende und gleichmässige Erhöhung der Temperatur erfordern, z. B. zu künstlichen Verdauungsversuchen.

Bei Brüteversuchen sei man in der Auswahl der Eier vorsichtig: man wähle wo möglich nur frischgelegte, da ältere gewöhnlich durch längere Aufbewahrung verdorben sind oder wenigstens ihre Keimkraft verloren haben.

Bei methodisch angestellten Brüteversuchen, wo man zugleich mehrere Eier aus verschiedenen Stadien der Entwickelung in der Maschine hat, schreibe man auf die Schaalen der Eier mit Dinte den Tag, an dem man sie in die Maschine eingelegt hat, um Verwechslungen zu verhüten.

Will man die bebrüteten Eier mikroskopisch untersuchen, so öffne man sie mit Vorsicht, fange den Embryo in einem kleinen Uhrgläschen auf und wasche das anhängende Eiweiss und die Dottertheilchen mit lauwarmem Wasser ab. Auf die Beschreibung der weiteren Untersuchung können wir hier nicht eingehen, da ihr technischer Theil, die dabei einzuschlagende Methode, von der mikroskopischen Untersuchung zootomischer Gegenstände überhaupt, wie wir sie im Vorhergehenden beschrieben haben, nicht verschieden ist, und wir voraussetzen müssen, dass Jeder, der solche Untersuchungen anstellt, sich vorher eine vertraute Bekanntschaft mit dem gegenwärtigen Standpuncte der Entwickelungsgeschichte erworben haben wird, so dass er das, was er sieht, auch gehörig deuten kann.

Wir bemerken nur noch, dass man gewöhnlich eine grosse Zahl von Eiern aufwenden muss, um eine einigermaassen vollständige Uebersicht über die Entwickelung des Embryo zu bekommen, da nicht alle Brüteversuche anschlagen.

IV. Conservation und Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Man wünscht nicht selten die bei mikroskopischen Untersuchungen erhaltenen Präparate, wenn sie selten oder sehr charakteristisch sind, aufzubewahren, um sie Anderen zeigen oder später selbst wieder benutzen zu können.

Dies lässt sich auf verschiedene Weise, bald mehr bald weniger vollständig erreichen.

Sind die Gegenstände nicht allzuzart und nicht der Fäulniss unterworfen, so kann man sie ohne weitere Zubereitung aufbewahren. Man wäscht sie mit Wasser oder verdünntem Alkohol ab, reinigt sie mit einem feinen Pinsel von etwa anhängendem Staub, legt sie dann auf einen Objectträger von Fensterglas oder besser noch von Spiegelglas (deren man sich zu diesem Behufe viele in Vorrath schneiden lassen kann), deckt ein dünnes Glasplättchen darüber und klebt dieses durch schmale Streifen Papier mittelst einer Auflösung von arabischem Gummi

auf den Objectträger fest. Auf dieselbe Weise verklebt man alle Ritzen und Oeffnungen zwischen den beiden Gläsern, um das Eindringen von Staub und anderen Unreinigkeiten zu verhindern. So bereitete Präparate halten sich viele Jahre lang.

Ist der Gegenstand dick und weniger fest, so dass man fürchten muss, er möchte durch das aufgelegte Glasplättchen zerdrückt oder allmählich in seiner Form verändert werden, so legt man vor dem Verkleben unter die Ränder des Bedeckungsplättchens schmale Streifchen Papier oder Streifchen eines Kartenblattes, um das Bedeckungsplättchen dadurch vom Objectträger entfernt zu halten.

Ein solches Verfahren kann man anwenden bei Schmetterlingsschuppen, Fischschuppen, Haaren, feinen Zahndurchschnitten, Holzdurchschnitten, Knochendurchschnitten und anderen Gegenständen der Art, die man bei durchgehendem Lichte betrachten will.

Für undurchsichtige Gegenstände der Art, die nur bei auffallendem Lichte betrachtet werden sollen, wählt man entweder einen Objectträger von schwarzem Glase oder überzieht den Objectträger von Spiegelglas an seiner Unterseite mit schwarzem Wachse, das man, um sein Abstossen zu verhindern, mit Seide oder Papier überklebt.

Kleine Krystalle, oder andere opake Körper, die man wegen ihrer Grösse und Form nicht wohl zwischen zwei Glasplättchen einschliessen kann, klebt man mit etwas Wachs auf ein Blättchen schwarzes Glanzpapier, eine Platte von Ebenholz, oder auch auf ein Täfelchen von schwarzem Wachse.

Viele Gegenstände, die leicht faulen und in Berührung mit der Luft, durch Eiwirkung der Feuchtigkeit u. s. w. leicht zersetzt werden, lassen sich in Terpentin aufbewahren. Man bringt auf einen Objectträger, den man sich aus einer Tafel Spiegelglas hat schneiden lassen, einen oder einige Tropfen reinen Terpentin, legt den Gegenstand in denselben und giebt ihm durch feine Nadeln die Lage, welche er einnehmen soll. Man kann nun noch etwas Terpentin zusetzen, damit der Gegenstand von allen Seiten von demselben umgeben wird,

lässt den Objectträger (mit einem Uhrglase bedeckt, um Staub abzuhalten) an einem warmen Orte stehen, bis der Terpentin sich ausgebreitet und eine glatte Oberfläche angenommen hat, dann deckt man sehr vorsichtig ein Glasplättchen darüber, wobei man vorzüglich darauf achten muss, dass keine Luftblasen miteingeschlossen werden, und verklebt die Ränder der beiden Gläser, so wie alle Ritzen mit Papierstreifen. Auf diese Weise kann man sehr viele Krystalle, Epidermis und ihre Anhänge, ganze Thiere, wie Kräzmilben (nachdem man vorher die Körperhöhlen geöffnet und sie mit Weingeist abgewaschen hat), kurz alle, auch die zartesten Gegenstände, wenn sie vom Terpentin nicht verändert werden, aufbewahren. Man wählt gewöhnlichen venetianischen Terpentin; es ist gut, wenn man denselben vorher durch längeres Aufbewahren in einem offenen Gefässe hat etwas dick, ja selbst fest werden lassen. Durch Erwärmen wird er sogleich wieder flüssig: er trocknet dann um so eher.

Ist der Gegenstand sehr zart und zerbrechlich, so dass er durch den Druck des bedeckenden Glasplättchens verändert werden könnte, so muss man auch hier, wie es oben angegeben wurde, zwischen Objectträger und Bedeckungsplättchen schmale Papierstreifen legen.

Man kann auf diese Weise, wie bereits erwähnt, ganze Thiere oder Theile von Thieren aufbewahren, wie Kräzmilben, Tracheen und Mundwerkzeuge von Insecten etc. In diesem Falle müssen diese Theile vorher präparirt werden, mit Wasser und verdünntem Weingeist abgewaschen, mit feinen Pinseln von allen anhängenden Unreinigkeiten befreit werden u. s. f. Der Terpentin gewährt dadurch, dass er alle Theile durchdringt, noch den Vortheil, dass er weniger durchsichtige Theile durchsichtiger macht.

Manche Gegenstände kann man auch im Kleinen in Weingeist aufbewahren. Man bereitet sich durch Abreiben von Bleiweiss mit Leinölfirniss eine Art Brei, macht mit diesem auf den Objectträger einen erhöhten Rand, eine Art Wall, der nach

Erforderniss $\frac{1}{2}$—1''' hoch ist: sobald diese Einfassung trocken geworden ist, fülle man die dadurch entstandene Höhle mit Weingeist, bringe das Object hinein, lege ein Glasplättchen darüber und verstreiche alle Ritzen sorgfältig mit dem genannten Brei.

Einige Objecte, wie Blutkörperchen, manche Arten von Infusorien, kann man auch auf den unbedeckten Objectträger auftrocknen lassen, wobei sie freilich gewöhnlich etwas verändert werden, und sie so wenigstens einige Tage lang aufbewahren.

Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Fig. 1—14. sollen dienen, die hieher gehörigen Grundsätze der Optik und die Theorie der Mikroskope zu erläutern.

Fig. 1. soll den Gesichtswinkel und die dadurch bedingte scheinbare Grösse eines Gegenstandes anschaulich machen. Ihre Erklärung s. in §. 1.

Fig. 2. stellt eine einfache biconvexe Linse dar, und versinnlicht zugleich, wie alle mit der Achse *a b* parallel auf sie fallenden Lichtstrahlen nach dem Brennpunct *p* gebrochen werden.

Fig. 2*. eine planconvexe Linse.

Fig. 3. erläutert die sphärische Aberration s. §. 4.

Fig. 4. soll anschaulich machen, wie alle Lichtstrahlen, welche von einem im Focus der Linse stehenden Punct auf ihre Oberfläche fallen, bei ihrem Heraustreten aus der Linse parallel werden, s. §. 5.

Fig. 5. erläutert die Brechung der Lichtstrahlen durch eine Linse, wenn der Punct, von dem sie ausgehen, sich zwischen der Linse und dem Focus befindet, s. §. 5.

Fig. 6. versinnlicht den Fall, wo der leuchtende Punct weiter von der Linse entfernt ist, als ihre Brennweite beträgt. Vergl. §. 5.

Fig. 7. erläutert die Vergrösserung durch einfache Linsen (§. 7).

Fig. 8. versinnlicht die verschiedene Grösse des Gesichtsfeldes bei verschiedener Stellung des Auges (s. §. 8).

Fig. 9. Achromatische Linse, aus Flint- und Crownglas zusammengesetzt (§. 12). *a* biconvexe Linse von Crownglas. *b* planconcave Linse von Flintglas.

Fig. 10. Aplanatisches Linsensystem (§. 12) bestehend aus zwei hintereinandergestellten achromatischen Linsen *a* und *b*. Sie sind in die Röhre *dd dd* eingeschlossen und haben zwischen sich eine Blendung *cc*, um die Randstrahlen abzuhalten.

Fig. 11. erläutert die Theorie der Sonnen-, Gas- und Lampenmikroskope (§. 13).

Fig. 11*. Zur Theorie der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope mit einfachem Ocular (§. 14).

Fig. 12. Zur Theorie der zusammengesetzten dioptrischen Mikroskope mit Doppelocular (§. 15) nach der Einrichtung von Campani, wo das Bild zwischen Objectiv und Ocular entsteht.

Fig. 13. Zurückwerfung der Lichtstrahlung von Hohlspiegeln (§. 17).

Fig. 14. versinnlicht die Vergrösserung durch Spiegelmikroskope (§. 18).

Fig. 15. Aufrichtendes Prisma (S. 43). *A* Röhre, welche das Prisma enthält und die beim Gebrauche auf das Ocular aufgesteckt wird. *O* Oeffnung, über die man das Auge bringt. *p* Das Prisma selbst.

Fig. 16. Theorie und innere Einrichtung des Sonnen- und Gasmikroskopes, mit der achromatischen concaven Linse *e*, um die Vergrösserung nach Belieben zu verstärken, und dem Prisma *f*, um das Bild nach allen Seiten zu werfen. Die Erklärung s. auf S. 145.

Fig. 17. Aeussere Einrichtung des Sonnenmikroskopes nach Chevallier. Die Erklärung s. auf S. 146.

Fig. 18. Rinnenförmige Loupe von Brewster. S. S. 154.

Fig. 19. Cylinderloupe. S. S. 155.

Zweite Tafel.

Fig. 1. Grosses Universalmikroskop von Chevalier in horizontaler Stellung *B* und in verticaler *B'*. S. S. 136.

Die Säule *A* ist auf den Kasten aufgeschraubt: *a* ist ein Querbalken, der an seinen Enden durch zwei Charniergelenke beweglich mit *A* und *B* verbunden ist. Von ihm geht der verticale Stab *a' a'* aus, an welchen Objecttisch *E* und Beleuchtungsspiegel *J* so befestigt sind, dass sie auf und abwärts bewegt werden können.

B bildet die Röhre des Körpers, in ihr kann die mit einer Skale versehene engere Röhre *b* mittelst der Schraube *x* hin und her geschoben und dadurch die Röhre des Körpers verlängert oder verkürzt werden. *b'* ist das Ocular, *β β* ein grosser Schirm von geschwärzter Pappe, um fremdes Licht vom Auge abzuhalten. Im Stück *c* befindet sich das Glasprisma, welches das Bild dem Oculare zuwirft, *d* trägt die Linsen. Das Rohr *B* kann im Falze *a''* auf *a* horizontal verschoben werden.

Der Objecttisch *E* ist an die Hülse *e* befestigt, welche durch die Schraube *e'* an jeder Stelle des Stabes *a' a'* festgehalten werden kann; *g* ist ein Halter des Objectträgers, *γ* die Blendung: *h* eine Sammellinse. Die Schraube *e''* vermittelt die feine Bewegung des Objecttisches. Der Beleuchtungsspiegel *J* ist nach jeder Richtung beweglich, er kann durch die Schraube an der Hülse *i* an jedem Puncte des Stabes *a'* festgestellt werden.

Will man das horizontale Mikroskop in ein verticales verwandeln, so nimmt man das Stück *c* weg, steckt *d* unmittelbar in *B* und dreht *B* so, dass es die Stellung von *B'* erhält.

Fig. 2. Verticales Mikroskop von Schiek in Berlin. S. S. 123.

A der aus drei Metallstäben bestehende Fuss; *a* die von ihm ausgehende Säule, welche den Objecttisch *E* trägt. Nach oben verlängert sie sich in den dreiseitigen Stab *a'*. An diesem kann die Hülse *β*, welche den Körper des Mikroskopes trägt, durch das Triebrad *x* auf- und abbewegt werden. *B* der Körper des Mikroskopes mit dem Oculare *b* und den Objectivlinsen *b'*. *E* der unbeweglich an das Gestell befestigte Objecttisch, er hat nach dem Gestelle zu zwei Löcher zur Aufnahme der Zapfen vom Halter des Objectträgers (Fig. 17); unter seiner Oeffnung trägt er am Ende der Röhre *e* die Blendung *e'* (Fig. 16). Der Beleuchtungsspiegel *J* ist nach allen Richtungen um seinen Mittelpunct beweglich. Die Beleuchtungslinse *k* ist in der Stellung abgebildet, wie sie zur Beleuchtung opaker Objecte gebraucht wird: man steckt sie dann in eine zu ihrer Aufnahme bestimmte Oeffnung am mittleren Stab des Fusses.

Fig. 3. Kleines Mikroskop von Oberhaeuser in Paris *(petit microsc. coudé à disque mobile)*. S. S. 132.

A Metallplatte, welche den Fuss des Instrumentes bildet und beim Gebrauche angeschraubt wird; *a* unterer Theil der Röhre, welche das Gestelle bildet; er ist vorn ausgeschnitten, damit der Beleuchtungsspiegel *i* das nöthige Licht erhalten kann; bei *z* ist sie ausgebogen, um mehr Raum für den Objecttisch *E* zu verstatten.

Der obere Theil der Röhre, *a' a'*, hat bei *x* einen Falz zur Aufnahme der Beleuchtungslinse für opake Gegenstände, oder eines Schirmes, um bei Untersuchung transparenter Gegenstände das fremde Licht abzuhalten. *B* ist der Körper des Mikroskops, der durch Reibung in der Röhre *a' a'* auf- und abbewegt wird: *b* sein Ocular, *b'* die Objectivlinsen. Der Objecttisch *E* wird durch die Schraube *e*, welche seine feine Bewegung vermittelt. um einige Linien auf- und abbewegt. *p* ist ein Blatt Papier in der Lage, wie man es anwendet, um durch Doppeltsehen mikroskopische Gegenstände nachzuzeichnen.

Fig. 4. Grosses Mikroskop von **Oberhaeuser**. S. S. 131.

A ist das sehr feste Gestell, vorn offen, um das Licht auf den Beleuchtungsspiegel *a* gelangen zu lassen, der durch den Knopf *a'* bewegt werden kann. Sein oberes Ende bildet der Objecttisch *E*, mit einer Platte von mattgeschliffenem schwarzen Glase bedeckt. Die Verlängerung *e* des Objecttisches trägt die Säule *C*, an welcher mittelst des Stückes *c* das Rohr *c'* befestigt ist; in diesem Rohre *c'* kann der Körper des Mikroskopes *B* mit seinem Oculare *b* und den Objectivlinsen *b'* durch Reiben auf- und abbewegt werden. Die Schraube *x* vermittelt die feine Bewegung des Körpers. Der ganze Apparat *C*, *c* und *c'* mit dem Körper *B* kann bei *e* abgenommen werden, um ganze Thiere etc. bequem unter dem Mikroskop zu präpariren.

Fig. 4*. stellt den Beleuchtungsapparat von **Dujardin** vor, welcher auf Verlangen mit dem grossen Mikroskope von **Oberhaeuser** verbunden wird.

Das Gestell *A* und der Objecttisch *E* ist im Durchschnitt abgebildet; ebenso die Röhre *a*, in welcher der aus einem achromatischen Linsensystem bestehende Apparat *b* durch eine an der Hinterseite des Gestelles angebrachte Schraube auf- und abbewegt werden kann.

Fig. 5. Dr. **Goring's** *operative aplanatic engiscope* in horizontaler Stellung. S. S. 140.

Das Gestell *A* ruht, wie bei den Mikroskropen von **Schiek** auf einem aus drei Metallstäben bestehenden Fuss. Es trägt an dem Kugelgelenk *a* den Stab *a*, an welchem der elliptische Spiegel *J*, die Sammellinse *H* und der Objecttisch *E* beweglich befestigt sind. Im Stabe *a*, der hohl ist, bewegt sich der Stab *a'*, welcher mittelst der Schraube C höher und niedriger gestellt werden kann. Von *C* gehen zwei Stäbe aus, deren einer *c'* das Schüsselchen *d* mit einer einfachen Linse, der andere *c* den Körper des Mikroskopes *B* mit dem Ocular *b* und den Objectivlinsen *b'* trägt. Dreht man den Stab *c c'* bei *C* um seine Achse, so kann man statt mit dem zusammengesetzten Mikroskop *B* mit der einfachen Linse *d* beobachten.

Fig. 6. Chevalier's Universalmikroskop in der Stellung für chemische Untersuchungen mit aufgestecktem pyrochemischen Apparat.

B, *b'*, *c* und *d*, *i*, *J*, *E*, *e* und *e'* bedeuten dieselben Theile wie in Fig. 1. der Objectträger mit dem pyrochemischen Apparat wird durch einen an *d* angesteckten Ring und den von diesem ausgehenden Stab *a'* getragen. Unter dem Objecttisch *E* befinden sich zwei Spirituslampen *f* und *f*, welche den Objecttisch und das Object im Nothfalle erhitzen. (Sie stehen in der Wirklichkeit vor und hinter den Linsen, nicht, wie in der Abbildung, auf beiden Seiten derselben; wir haben diese Stellung blos vorgezogen, um die Abbildung deutlicher zu machen.)

Fig. 7. Schematische Darstellung des zusammengesetzten katoptrischen Mikroskopes von Amici s. S. 143.

A Säule, welche den Körper des Mikroskopes trägt. *B* Röhre des Körpers, *b* Planspiegelchen, unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont geneigt, welches das Bild des auf dem Objecttische *a* liegenden Gegenstandes, das durch die Oeffnung *d* auf ihn fällt, dem Hohlspiegel *b'* zuwirft. Das von diesem vergrösserte Bild des Gegenstandes wird durch das Ocular *c* noch weiter vergrössert.

Fig. 8. Einfaches Mikroskop, Mikroskop von Raspail mit seinem Gestell. S. S. 157.

A Gestell, an welchem der Objecttisch *E* unbeweglich befestigt ist. *g* Halter des Objectträgers; *f* Säulchen, welches die Blendung *e'* trägt. *J* Beleuchtungsspiegel. *a* Säule, welche durch das Triebrad *a* in der hohlen Säule *A* auf- und abbewegt werden kann. Sie trägt an dem Stabe *b* des Doublet *B*.

Fig. 9. Gebrochenes Ocular mit dem Glasprisma, um jedes verticale Mikroskop sogleich in ein horizontales zu verwandeln; s. S. 43.

Die Figur ist schematisch: *a* das Prisma, *b* das Collectiv, *c* die Blendung zwischen Collectiv und Ocular, *d* das eigentliche Ocular.

Fig. 10. und. 11. Zusammengesetzte Loupen. 10 aus 2, 11 aus 3 combinirten Linsen bestehend.

Fig. 12. Pincettennadelapparat von Schiek, vergl. S. 60.

Fig. 13. und 14. Stiefel, um die Objectivlinsen zu schüzen. S. S. 67.

Fig. 15. Stiefel mit seitlicher Oeffnung in seiner Anwendung zur Beobachtung von Infusorien. Vergl. S. 482.

A Glasgefäss mit den Infusorien; *a* seitliche, mit einem Planglase verschlossene Oeffnung des Stiefels; *b* reflectirendes Prisma, *c* unteres Ende des Mikroskopes, an welches der Stiefel angesteckt wird.

Fig. 16. Blendung der Schiek'schen Mikroskope von unten gesehen (vergl. T. II. Fig. 2 *e e'* — Fig. 8. *e'*).

a ist das untere Ende eines an den Objecttisch befestigten Metallrohres (*c* Fig. 2. und 8); an ihm ist die um ihre Achse *x* drehbare Metallplatte *A* befestigt, welche 3 runde Oeffnungen *b*, *c*, *d* hat. Je nachdem man nun eine grössere oder kleinere dieser Oeffnungen vor das Ende des Rohres *a* schiebt, bekommt man mehr oder weniger Licht.

Fig. 17. Halter des Objectträgers der Schiek'schen Mikroskope.

a und *b* sind zwei Stifte, mittelst deren der Apparat in zwei entsprechende Löcher des Objecttisches gesteckt wird.

Fig. 18. Objectträger mit aufgekittetem Glasring von Oberhaeuser, S. 59.

Fig. 19 und 20. Glasmikrometer.

Fig. 19 ist übers Kreuz getheilt. Fig. 20 hat eine einfache Theilung, doch so, dass jede fünfte Linie etwas länger ist als die übrigen, und jede zehnte noch länger, wodurch das Zählen der Theile sehr erleichtert wird. Diese Einrichtung passt vorzüglich für den Mikrometer im Ocular.

Fig. 21. Schiek's Compressorium, S. 63.

A Platte desselben; sie ist durchbohrt und hat einen Falz, in welchen ein starkes Planglas eingelegt wird. *B* ist der Hebelapparat zum Comprimiren; *b* die untere Platte, an deren Charnier der Hebel *c* durch die Schraube *d* bewegt wird. Der Hebel endigt in eine Gabel *e*, in welcher der Ring *f*, der das obere comprimirende Glas trägt, beweglich befestigt ist.

Fig. 22. Lieberkühn'sches Spiegelchen zur Beleuchtung opaker Gegenstände.

Fig. 23—26. Apparate zum Nachzeichnen mikroskopischer Gegenstände.

Fig. 23. Sömmerring'sches Spiechelchen. *A* Ocular, an welches der Stab *a* befestigt ist: dieser trägt den Halter *b*, in den das Spiegelchen *c* steckt und durch den Knopf *d* gedreht werden kann. *B* ist ein Schirm mit einer Scale, um die Vergrösserung verticaler Mikroskope bestimmen zu können.

Fig. 24. Prisma mit parallelen Oberflächen. *A* Ocular. *O* Auge. *C* Papier. *b* Prisma, dessen obere Fläche das vom Ocular kommende Bild des Gegenstandes dem Auge zuwirft, welches dasselbe nach *C* auf das Papier versetzt, so dass man es dort mit dem Bleistift *c* nachzeichnen kann.

Fig. 25. *Camera lucida* von Wollaston. *A* Ocular. O Auge. *C* Papier. *B* Prisma. Das Auge sieht den Gegenstand in der Richtung *o v* unmittelbar im Mikroskop und zu gleicher Zeit das Papier *C*, dessen Strahlen *x* von *d* nach *c* und von da nach *a* reflectirt werden, in der mit *o v* parallelen Richtung *o' v'*.

Fig. 26 das durchbohrte Spiegelchen in Verbindung mit dem Planspiegel, wie es für verticale Instrumente gebraucht wird. *A* Ocular, auf welches das durchbohrte Spiegelchen *B* aufgelegt wird. *C* Papier, *D* Planspiegel, unter einem Winkel von 45° gegen den Horizont geneigt. *d*, *d' e*, *f* Gestelle mit Schrauben von Holz, welches den Planspiegel trägt.

Dritte Tafel.

Fig. 1. Elain des Menschenfettes, 220 Mal vergrössert. — Jedes flüssige Fett (Oel), das in Wasser fein zertheilt unter dem Mikroskop betrachtet wird, zeigt ganz ähnliche Tropfen, bald grösser (wie bei *b*) bald kleiner (wie *a*). Sie erscheinen je nach Verschiedenheit der Beleuchtung dunkler oder heller.

Fig. 2. Margarin des Menschenfettes, 220 Mal vergrössert — Die Krystalle des Margarin sind gewöhnlich in warzenförmige Gruppen vereinigt (*a*); bisweilen sieht man diese Krystallgruppen von der Seite, sie erscheinen dann halbkugelig oder garbenförmig (*b*). Die grösseren und mehr ausgebildeten Krystalle sind Nadeln oder Gruppen von Nadeln (*c*). — Die kleinen Tröpfchen und Körnchen sind theils reines Elain, theils ein Gemenge von Elain und Margarin. — Wenn man eine heiss gesättigte alkoholische Lösung von Menschenfett erkalten lässt und die sich beim Erkalten ausscheidende Masse mikroskopisch untersucht, so sieht man gewöhnlich alle hier abgebildeten Krystallformen des Margarin zugleich mit Tropfen von Elain. — Die Krystalle der Margarinsäure sind denen des Margarin ganz ähnlich.

Fig. 3. Krystalle von Cholestearin, wie sie in den atheromatösen Ablagerungen der Aorta, in Balggeschwülsten, im Meconium, in noch weichen Gallensteinen etc. in sehr grosser Menge vorkommen, 220 Mal vergrössert. — Die ausgebildeten Krystalle bilden farblose rhomboidische Tafeln, deren stumpfe Winkel gegen 103°, die spitzen ungefähr 77° messen. — Die körnigen Partien sind andere Fette, Butterfett, Gemenge von Elain, mit Margarin oder Cholestearin, welche gewöhnlich noch neben dem Cholestearin vorkommen. — Die unregelmässigen Krystalle am unteren Rande der Figur sind unausgebildete Krystalle von Cholestearin, welche sich ausscheiden, wenn man eine heiss gesättigte alkoholische Lösung von Cholestearin schnell abkühlen lässt. Der Ungeübte könnte sie mit den einigermaassen ähnlichen Krystallen von Stearinsäure (Fig. 5. *b*) verwechseln, von denen sie sich jedoch bei einiger Uebung gewöhnlich mit Sicherheit unterscheiden lassen.

Fig. 4. Hirnstearin, wie es sich beim Erkalten aus einer heiss gesättigten alkoholischen Lösung desselben abscheidet, 220 Mal vergrössert. — Man unterscheidet es an seiner eigenthümlichen warzigen Form leicht von den übrigen Eetten.

Fig. 5. Krystalle von Margarinsäure und Stearinsäure aus verseiftem Hammelstalg, 220 Mal vergrössert. — *a* nadelförmige Krystalle von Margarinsäure, welche denen des Margarin vollkommen gleichen, theils einzeln, theils zu büschelförmigen Gruppen vereinigt. — *b* Krystalle von Stearinsäure, spitze Ellipsoide (rhombische Tafeln mit Abrundung der stumpfen Ecken). Man muss sich hüten, sie mit den ähnlichen unausgebildeten Krystallen von Cholestearin zu verwechseln. — *c* Gruppen von Stearinsäurekrystallen mit eingesprengten Nadeln von Margarinsäure. — *d* unausgebildete Krystallgruppen von Stearinsäure. —

Fig. 6. Krystalle von Rohrzucker. — *a* Krystallgruppen, 44 Mal vergrössert. — *b* einzelne Krystalle, 90 Mal vergrössert.

Fig. 7. Krystalle von Milchzucker. — *a* ausgebildete Krystalle, wahrscheinlich dem klinorhombischen System angehörig, 220 Mal vergrössert. — *b* nadelförmige Krystalle, welche in ihrer feinsten Zertheilung federbuschähnliche Gruppen bilden, wie sie beim Vertrocknen sehr verdünnter Auflösungen von Milchzucker erscheinen, 220 Mal vergrössert. — *c* und *d* grössere Krystalle, 44 Mal vergrössert, wie sie beim langsamen Verdunsten concentrirter Auflösungen anschiessen.

Fig. 8. Krystalle von salpetersaurem Harnstoff in ihren verschiedenen Modificationen, 220 Mal vergrössert. — Die Grundform ist die rhomboidische Tafel (*a*), welche aber selten vorkommt. Gewöhnlich sind die spitzen Ecken derselben abgestumpft (*b*). Beim Vorherrschen dieser Abstumpfungsflächen gleichen die Krystalle bisweilen hexagonalen Tafeln (*c*).

Fig. 9. Nadelförmige Krystalle von Cystine nach A. Donné (*Tableau des depots de matières salines dans les urines*).

Fig. 10. Krystalle von Harnsäure, 220 Mal vergrössert. — *a* rosenförmige Krystallgruppe. — *b* säulenförmiger Krystall, in seiner Mitte mit Körnchen von rothem Farbestoff bedeckt. — *c* rhombische Tafeln mit abgerundeten stumpfen Ecken. — In diesen Formen (*a* — *c*) erscheint die Harnsäure in den Urinsedimenten. — *d* kleine rhombische Tafeln, welche in grosser Anzahl erscheinen, wenn ein aus harnsaurem Ammoniak bestehendes Urinsediment unter dem Mikroskop mit Essigsäure oder Salpetersäure behandelt wird.

Fig. 11. Krystalle der phosphorsauren Ammoniakmagnesia, wie sie im alkalischen Urin, in Stühlen etc. sich fast immer finden, 220 Mal vergrössert. — Die (wahrscheinlich hemiedrische) Grundform derselben ist ein dreiseitiges Prisma, an welchem zwei der einen Seitenkante entsprechende Ecken abgestumpft sind (*a*). Bei *b* sind ausserdem noch zwei einander entsprechende Ecken der beiden übrigen Seitenkanten abgestumpft; bei *c* endlich sind alle Ecken abgestumpft. Alle drei genannten Formen finden sich ziemlich gleich häufig.

Fig. 12. Das unter dem mikroskopischen Zubehör beschriebene Doppelmesser, auf die Hälfte seiner natürlichen Grösse reducirt.

Fig. 13. erläutert, wie man aus einem Glase etc. mit Hilfe eines an den Rand des Gefässes gehaltenen vorher benetzten Glasstabes eine Flüssigkeit ausgiessen kann, ohne etwas davon zu verschütten.

Fig. 14. Das bei den chemischen Geräthschaften beschriebene Wasserbad.

A das eigentliche Wasserbad mit einem Rohre *b*, um den überflüssigen Dämpfen einen Ausweg zu verschaffen. *c* sein hölzerner Griff. *B* die Büchse, welche zum Trocknen von Niederschlägen u. dgl. dient; *d* ihr Deckel, der einige feine Löcher hat, um für die von der Substanz verdünstende Feuchtigkeit einen Ausweg zu lassen.

Fig. 15. Luftblasen von verschiedener Grösse, bei durchfallendem Lichte gesehen. Sie unterscheiden sich durch ihren breiten schwarzen Rand hinreichend von den Oeltropfen (Fig. 1).

Fig. 16. Die bei Erklärung der Brütemaschine beschriebene, zu derselben gehörige Weingeistlampe S. 484.

Druckfehler und Zusätze.

S. 12. Z. 10 v. unt. lies (a p B) statt (a p C).
S. 15. Z. 10 v. ob. lies an der Spitze statt von d. Sp.
S. 23. Z. 8. v. ob. lies chromatischen statt achrom.
S. 24. Z. 13. v. unt. lies geschwärzten statt geschwänzten.
S. 35. Z. 1. v. u. und S. 36. Z. 4. v. ob. lies (Fig. 3 *A*) und der Fuss *A* statt (Fig. 3. *a*) und der Fuss *a*
S. 43. Z. 12. v. unt. lies andere statt neuere.
S. 47. Z. 7. v. o. lies Reibung statt Beibung.
S. 47. Z. 21. v. o. lies halben statt balben.
S. 53. Z. 1. v. u. in den Focus statt an den F.
S. 92. Z. 1. v. o. lies dass statt das.
S. 103. Z. 4. v. u. lies (T. II. Fig. 4 *) statt (T. II. Fig. 4. x).
S. 111. Z. 14. v. o. lies feine statt seine.
S. 123. Z. 17. v. u. lies Fr. W. Schiek statt J. W. S. Schiek's Wohnung hat sich kürzlich verändert in Marienstrasse Nro. 1. *a*.
Zu S. 130. ist zu bemerken:
dass Plössl in neuester Zeit seinen Mikroskopen auch Blendungen beigiebt, welche in ihrer Einrichtunng denen der Schiek'schen Instrumente gleichen.

Zu S. 133. Seit kurzem liefert Oberhaeuser ganz vortreffliche *Chambres claires* mit gebrochenem Rohr und Glasprisma, zum Aufstecken auf verticale Mikroskope. Sie kosten ungefähr Fs. 50.

S. 141. Z. 17. v. o. lies £ 1. 10 sh. statt £ — 10 sh.

S. 146. Z. 1. v. u. lies die knief. gebogene Röhre *q* statt die knief. geb. Röhre *g*.

S. 160. Z. 15. v. o. lies Dass statt Das.

S. 161. Z. 6. v. o. lies Jsaac statt Jsaaz.

S. 162. Z. 17. v. o. u. Z. 5. v. u. lies Robert Hooke statt Stooke.

S. 173. Z. 21. v. o. lies wichtiger statt richtiger.

S. 177. Z. 3. v. u. lies beste statt Beste.

S. 189. Z. 19. v. o. lies Porcellanschälchen statt Porcellangläsern.

S. 216. Z. 10. v. o. lies weiche statt reiche.

S. 217. Z. 3. v. o. lies Berzelius'sche statt Berzelins'sche.

S. 217. Z. 15. v. o. lies Fig. 14. statt Fig. 41.

S. 254. Z. 21. v. o. lies Auflösung statt Anflösung.

S. 245. Z. 22. v. o. lies zitternden statt zitternder.

S. 258. Z. 20. v. o. lies Trübung statt Färbung.

S. 292. Z. 21. v. o. lies Margarin.

S. 296. Z. 9. v. o. lies bestimmt.

S. 305. Z. 12. v. u. lies ausgezogen.

S. 312. Z. 3. v. o. lies kochendem.

S. 312. Z. 13. v. o. lies durchbohrt.

S. 320. Z. 6. v. o. lies 52,63 Theile statt 25,63.

S. 321. Z. 13. v. o. lies Unlöslichkeit.

S. 334. Z. 1. v. o. ist und zu streichen.

S. 342. Z. 18. v. o. lies Krystallform.

S. 346. Z. 21. v. o. lies 100 Theile statt 10 Th.

T. 352. Z. 7. v. u. lies Harnstoff statt Hornst.

S. 353. Z. 7. v. o. lies phosphorsaure Magn.

S. 368. Z. 6. v. u. lies kleine statt keine.

S. 375. Z. 11. v. o. lies Kalksalze statt Käsesalze.

S. 391. Z. 1. v. u. lies der Eiterk.

S. 398. Z. 6. v. u. l. aufgewollte statt aufgerollte.

S. 412. Z. 11. v. o. lies x = 1008,7.

S. 413. Z. 4. v. u. lies Schälchen statt Gläschen.

S. 415. Z. 8. v. o. der in Wasser lösliche statt unlösliche.

S. 417. Z. 11. v. u. steht der Strich falsch: er muss unter 3,3 kommen.

S. 435. Z. 5. v. o. lies (Zellen ohne Kerne).

Zu S. 440. Ausser den hier genannten Schriften sind noch vorzüglich zu empfehlen, die seitdem erschienene allgemeine Anatomie von Bruns Braunschweig 1841 — und die gegenwärtig unter der Presse befindliche Histologie von Henle.

S. 459. Z. 2. v. u. lies Zellenbildung statt Gallenbild.

S. 479. Z. 7. v. u. lies erhält statt enthält.

S. 484. Z. 20. v. o. lies Schwann statt Schramm.

S. 484. Z. 23. v. o. lies luftdicht.

S. 495. Z. 5. v. u. lies Spiegelchen statt Spiechelchen.

S. 495. Z. 4. v. u. lies in dem statt in den.

Druck von Bernh. Tauchnitz jun.

Fig. 4.

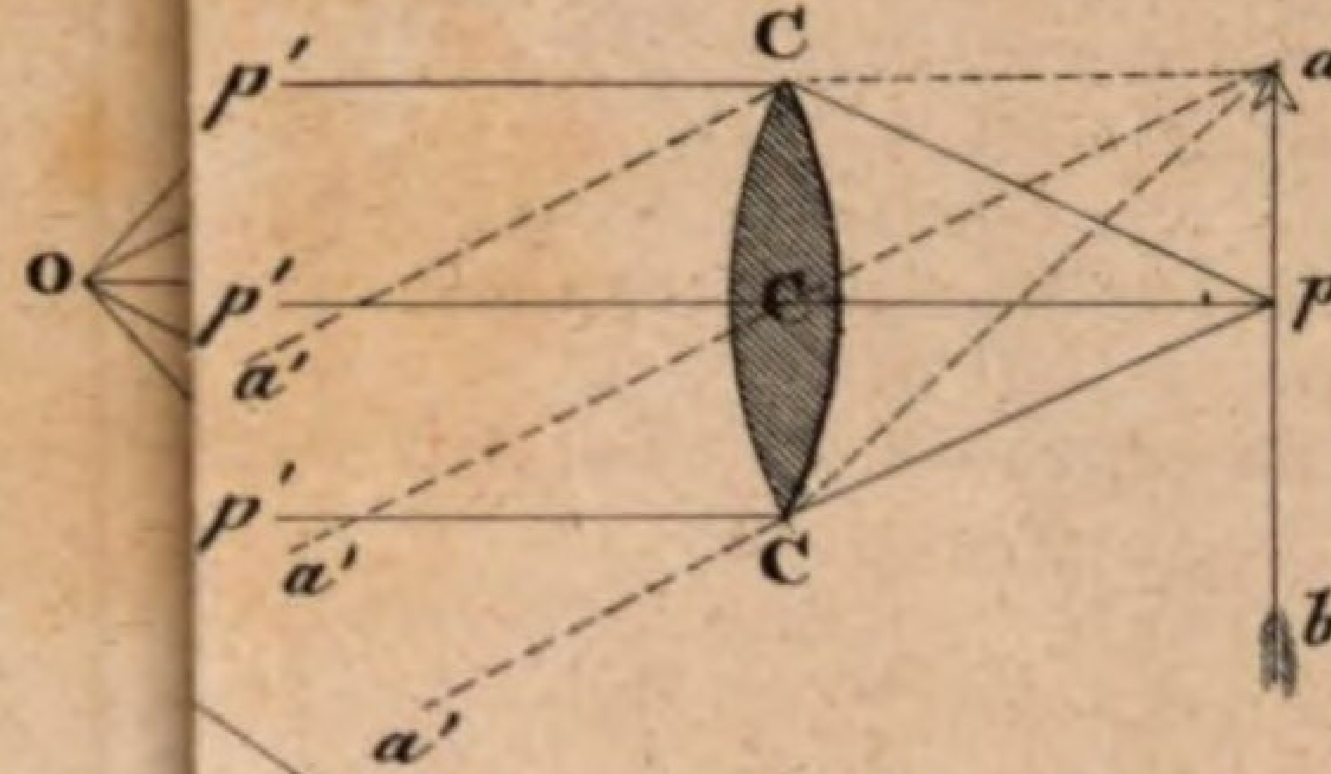


Fig. 9.

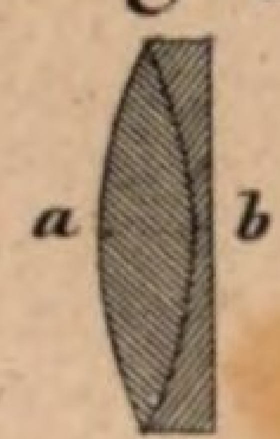


Fig. 8.

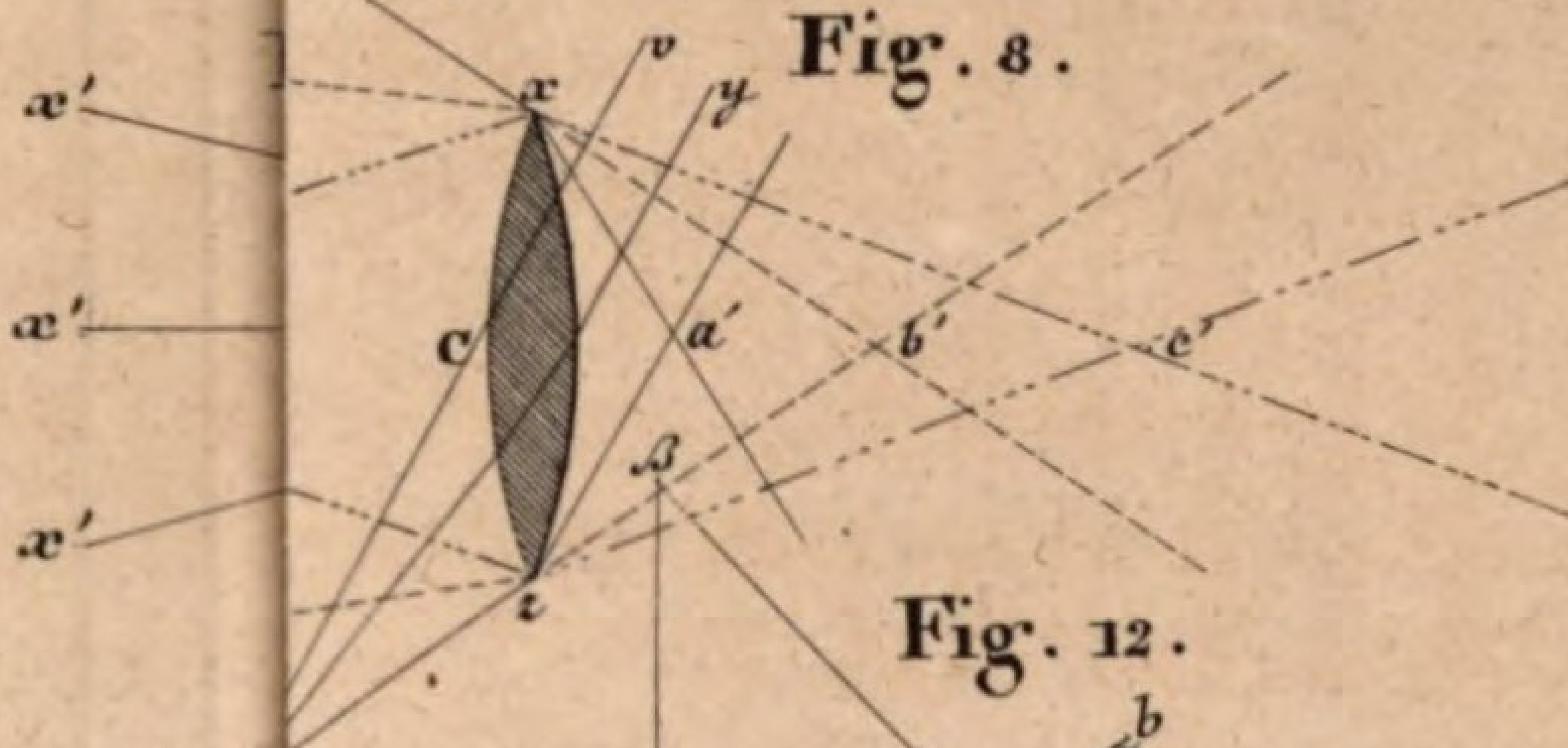


Fig. 12.

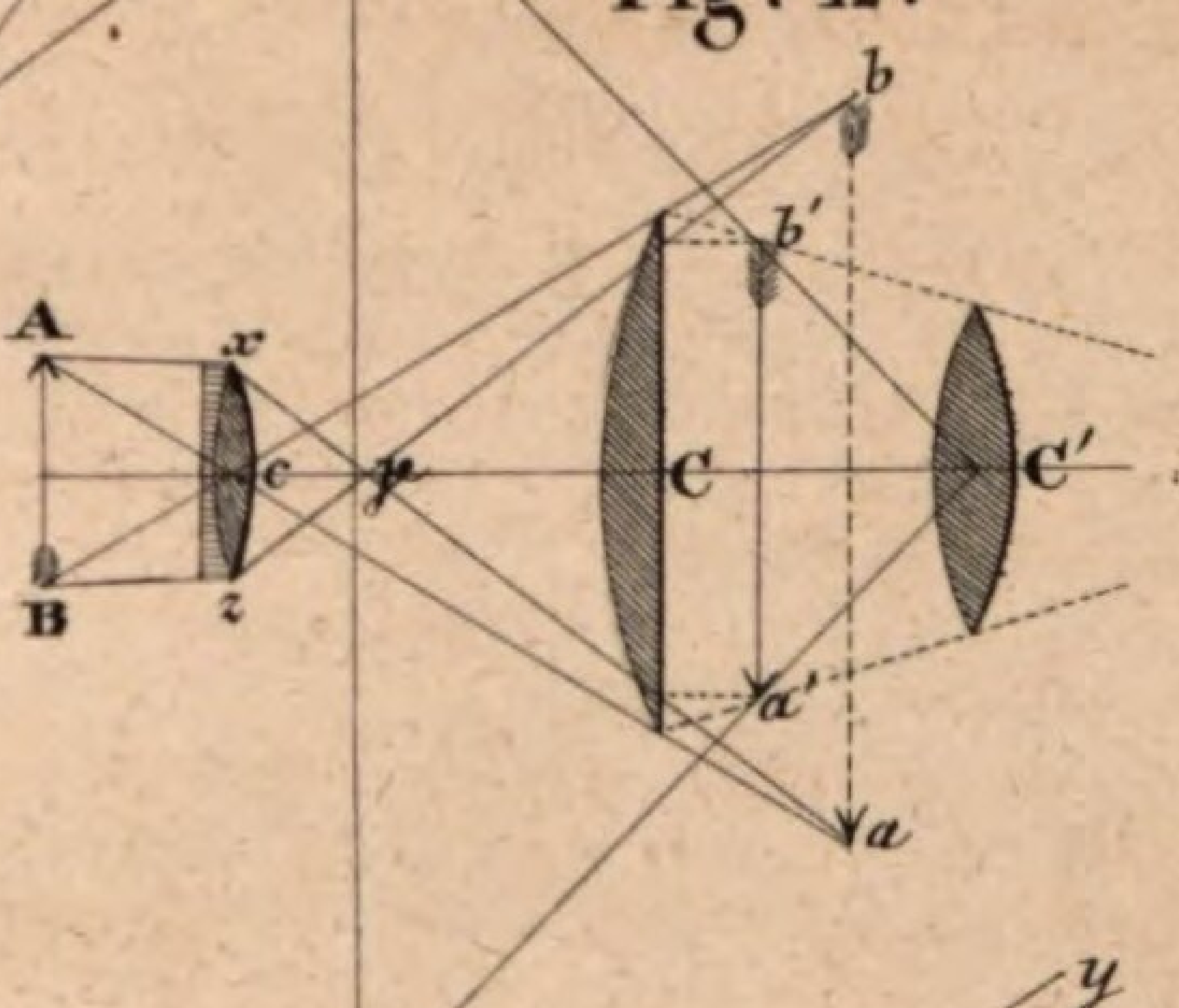


Fig [illegible]

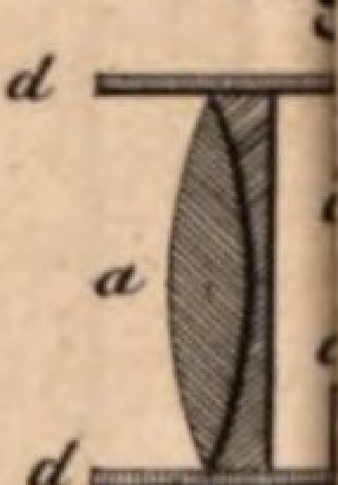


Fig. 16.

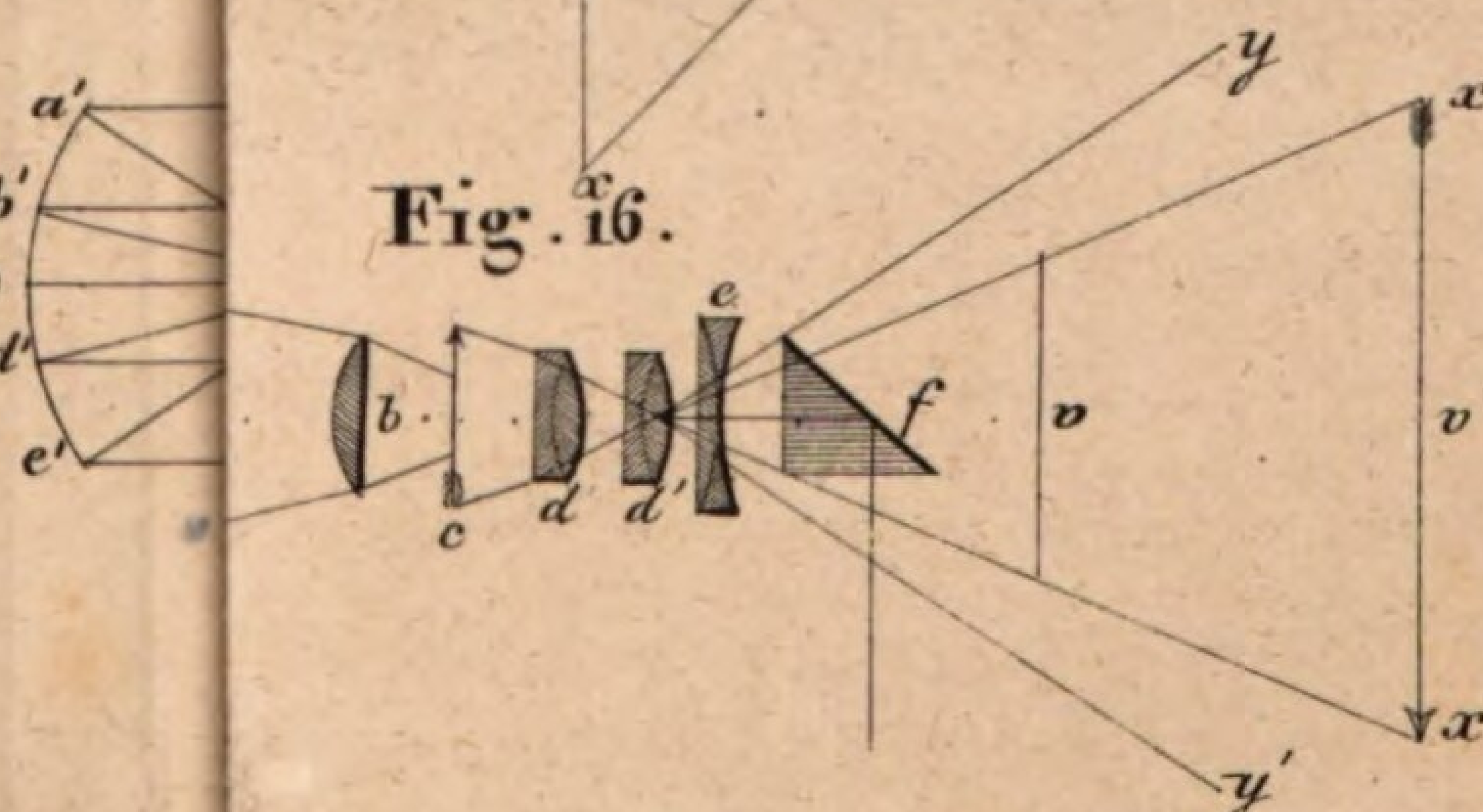
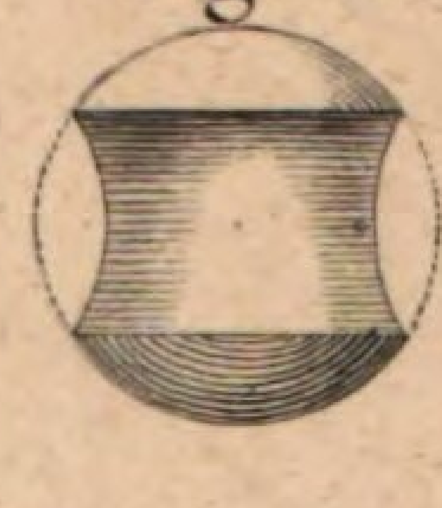
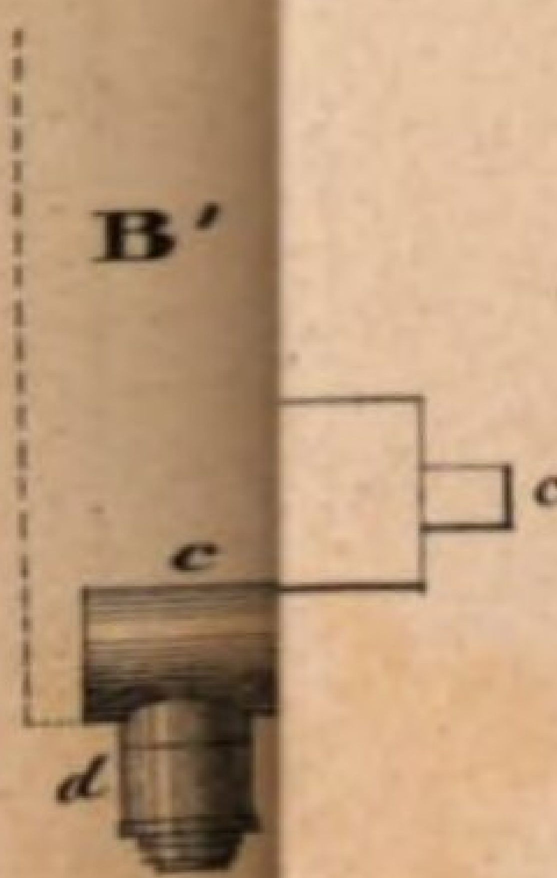


Fig. 18.



Taf. II.





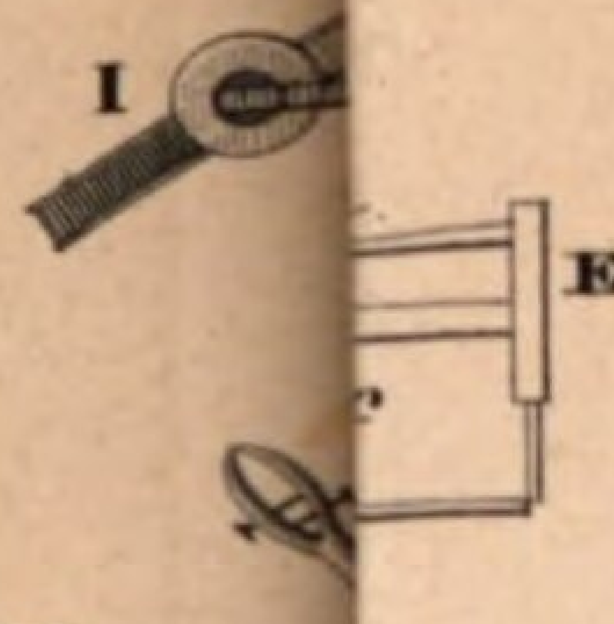


Fig. 2.

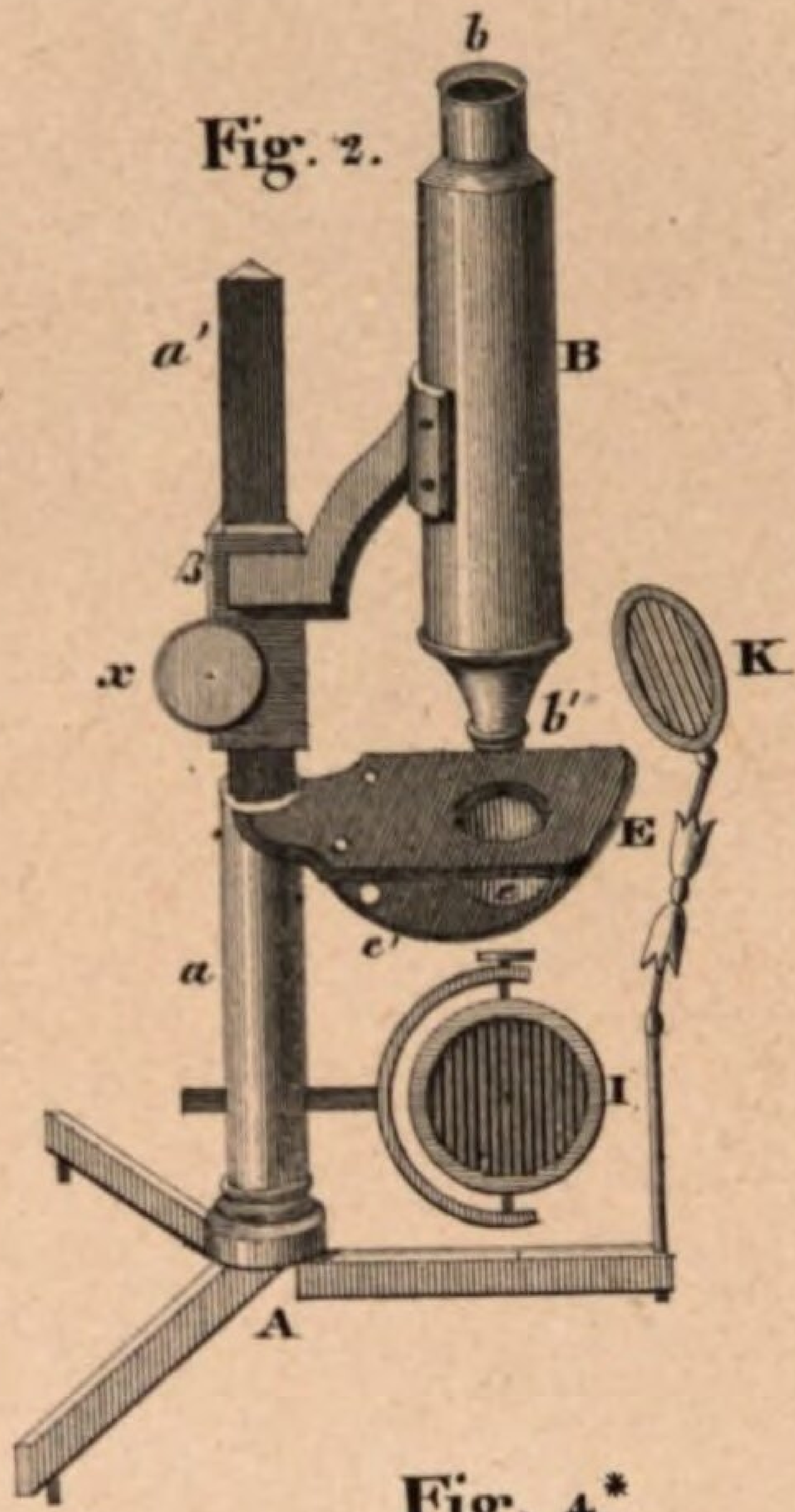


Fig. 12.



Fig. 4.*

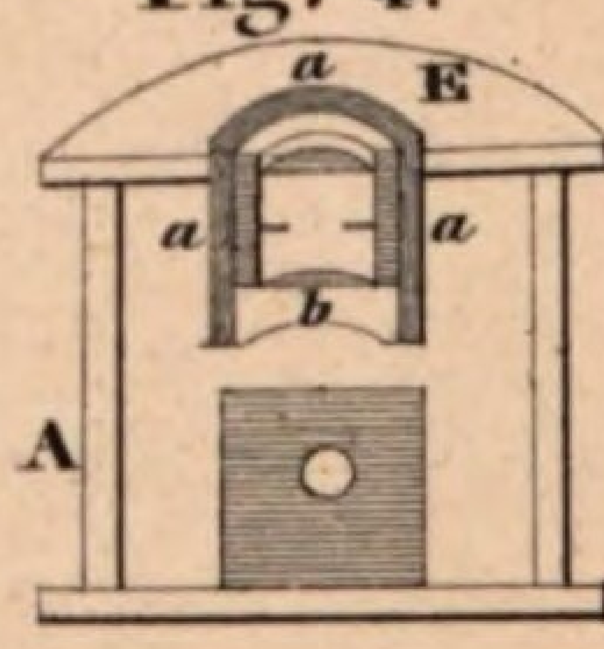


Fig. 17.



Fig



Fig. 18.



Fig. 4.

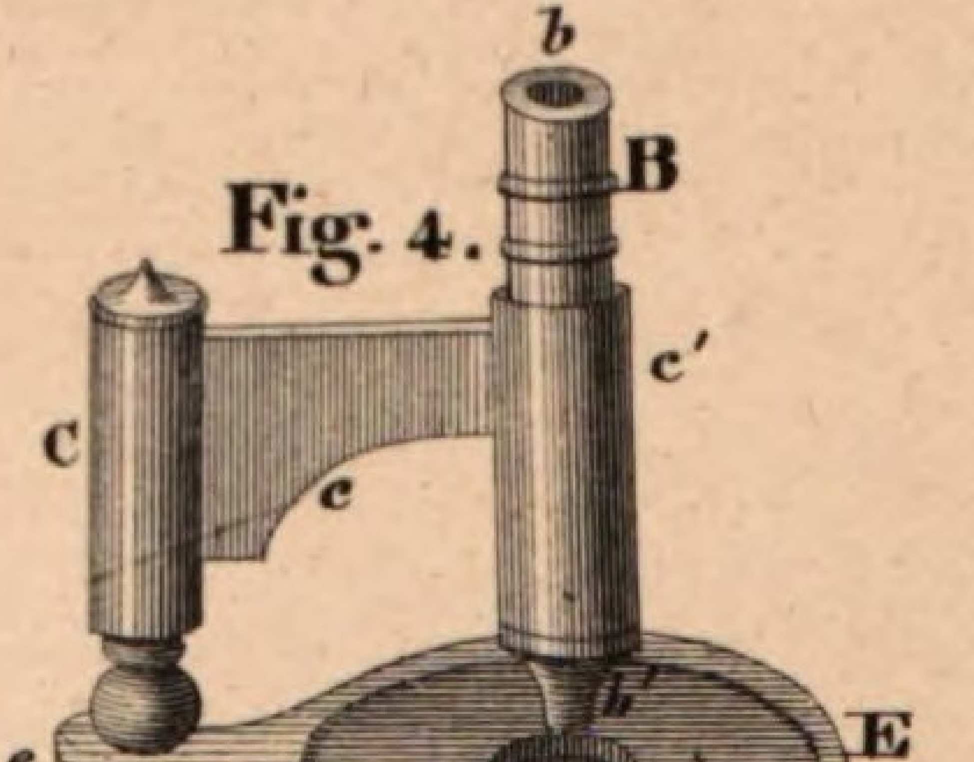
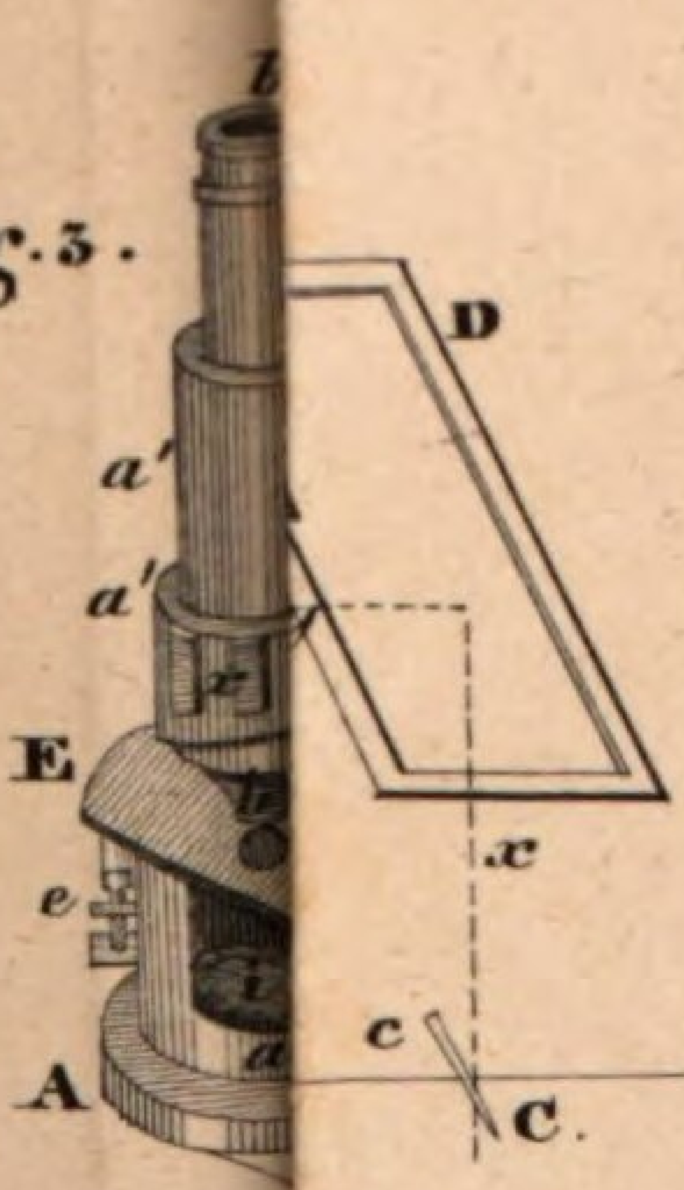



Fig. 3.



Jul. Vogel del. *Steinstich von L. Zertahelly. München.*



Jul. Vogel del. *Steinstich von L. Zertahelly in München.*

Fremo

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Vogel, Julius,

Beitraege zur Kenntniss der Saefte und Excrete des menschlichen Koerpers im gesunden und kranken Zustande

Bd.: 1

Leipzig 1841

Anat. 456 wc-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10369676-6